This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

NAP
4956

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

The gift of the "Zoologische Station zu Neapel"

No. 7098

Feb. 14, 1883 - Jan 11. 1884

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

S-ES-N
c Naples 2

MITTHEILUNGEN

AUS DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL

ZUGLEICH EIN

REPERTORIUM FÜR MITTELMEERKUNDE.

VIERTER BAND.

MIT 40 TAFELN UND 8 ZINKOGRAPHIEN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1883.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt des vierten Bandes.

Erstes Heft.

Ausgegeben 23. Januar 1883.

Seite

A Contribution to the Embryology, Life-history, and Classification of the Dicyemids. By C. O. Whitman. (With Plates 1—5.) 1

Neue Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Salpen. 1. Theil. Von W. Salensky. (Mit Taf. 6—17.) 90

Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. III. Die Entstehung der Hypophysis bei Petromyzon planeri. Von A. Dohrn. (Mit Taf. 18.) . 172

Zweites Heft.

Ausgegeben 6. April 1883.

Über die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. 2. Artikel. Von K. Brandt. (Mit Taf. 19 u. 20.) 191

Beitrag zu einer Monographie der Gattung Marionia, Vayss. Von R. Bergh. (Mit Taf. 21.) 303

Drittes Heft.

Ausgegeben 24. Juli 1883.

Neue Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Salpen. 2. Theil (Schluss). Von W. Salensky. (Mit Taf. 7—9 [bereits im II. Heft enthalten] und 22—27 wie 5 Zinkographien.) 327

Contribuzioni all' Ittiologia. Pel C. Emery. (Con Tavola 28 e 29 ed una incisione intercalata nel testo.) 403

Digitized by Google

Seite

Note on the structure and relations of the kidney in Aplysia. By J. T. Cunningham. (With Plate 30.) 420

Neuerungen in der Schneidetechnik. Von A. Andres, W. Giesbrecht und P. Mayer. (Mit 2 Zinkographien.) 429

Viertes Heft.

Ausgegeben 21. December 1883.

Studies on Sponges. By G. C. J. Vosmaer. (With Plates 31 and 32.) . . 437

Die einfachen Ascidien (Ascidiae Simplices) des Golfes von Neapel. Von M. P. A. Traustedt. (Mit Taf. 33—37.) 448

Sopra un' Ectocarpea parassita della Cystoseira Opuntioides (Streblonemopsis irritans). Nota di R. Valiante. (Con Tavola 38.) 489

On the Structure and Development of Argiope. By A. E. Shipley. (With Plates 39 and 40.) 494

Einfache Methode zum Aufkleben mikroskopischer Schnitte. Von P. Mayer. 521

Digitized by Google

A Contribution to the Embryology, Life-history, and Classification of the Dicyemids.

By

C. O. Whitman.

With Plates 1—5.

Since the discovery of the strange parasites of the renal organ of Cephalopods, by KROHN, in 1839[1], they have been studied by ERDL, KÖLLIKER, G. WAGENER, CLAPARÈDE, J. MÜLLER, RAY LANKESTER, P. J. VAN BENEDEN, and ED. VAN BENEDEN and his pupils, FOETTINGER and MOREAU. It was KÖLLIKER who first made known the highly interesting fact that these animals produce two kinds of embryos, and who, for this reason, gave them the name *Dicyema*[2]; but it is ED. VAN BENEDEN to whom we are chiefly indebted for what has thus far been ascertained concerning their embryology, classification, and systematic affinities.

It is quite unnecessary to give here the usual historical survey of results reached by previous investigators, as this has already been done by VAN BENEDEN: and it would certainly be superfluous to offer a summary of the researches on this subject by VAN BENEDEN himself, since every naturalist is familiar with his memoir on the Dicyemids, and most of our zoological text-books contain an epitome of the facts and conclusions there presented; and all the more so, since I shall have frequent occasion to refer to the same, by direct citations, in the body of this paper.

The important systematic position assigned to this group of parasites by VAN BENEDEN, and the many questions still unanswered in re-

[1] Not 1830 as has been so often stated.

[2] δις and κυημα, embryo.

Digitized by Google

gard to their cycle of life, seemed to me to render further investigation desirable, even if nothing more than a confirmation of results already reached should be accomplished. Although the question of cardinal interest — the fate of the »Infusoriform embryo« — still remains unsolved, yet some facts of considerable importance have been obtained.

My study of the Dicyemids, begun in December, 1881, and continued until the end of April of the current year, has been carried on in the Zoological Station at Naples. For the opportunity and the rare facilities for work which I have enjoyed in this institution, I am more deeply indebted than any of the conventional forms of acknowledgment would indicate. To pass over my obligations in silence might be construed as a failure to recognize them; while any attempt to express them would certainly seem inadequate to myself and extravagant to those unacquainted with the circumstances. I hope the acknowledgment of the difficulty will be accepted as the best evidence I can, at present, give of my appreciation of the advantages enjoyed while at the Station, and of my gratitude for the cordial and generous treatment received from its Director and all the gentlemen associated in its management.

As to the direction my study has taken, I may say that, at the outset, I did not anticipate being drawn into systematic work; and, had I foreseen the necessity for such work and the amount of time and labor involved in it, it is more than probable that I should have devoted my attention to another subject. Still this portion of my work has not been all drudgery. The accurate determination of species calls for a careful discrimination between individual peculiarities and specific characters; and the range of variability, in both these respects, is a question not devoid of interest.

The methods employed have been the same as those described by Van Beneden. I have used acetic acid quite as much as osmic acid, but háve found it important to watch the action of these re-agents on fresh specimens. I have found the picro-carmine solution described by Mayer to be a very useful staining fluid.

The matter to be dealt with in this paper may be arranged under four heads:

1. Classification, including historical and critical remarks, and systematic descriptions.

2. Reproduction, embracing the phenomena of transition from the rhombogenic to the nematogenic condition, a comparison of the Dicyemids with the Orthonectidae, and a general survey of the evolutionary cycle, so far as at present known.

Digitized by Google

3. The development of the vermiform embryo, and the origin of the germ-cells, with remarks on endogenous cell-formation.

4. Systematic affinities of the Dicyemids.

Chapter I.

The Classification of the Dicyemidae.

Historical.

KÖLLIKER supposed that all Dicyemids could be included in one species, for which he proposed the name *Dicyema paradoxum*.

WAGENER introduced two specific names, one (*D. Eledones*) for the Dicyemids found in *Eledone moschata*, the other (*D. gracile*) for those living in *Sepia officinalis*. WAGENER remarks that the Dicyemids of *Octopus* and *Sepiola* resemble closely those of *Eledone*; but he does not affirm that they are to be included under the same specific name, as represented by VAN BENEDEN.

Appended to WAGENER's paper, comes a description by CLAPARÈDE of a species found by himself, LACHMANN, and J. MÜLLER, in *Eledone cirrosa*, from the coasts of Norway, under the name *Dicyema Mülleri*. No further progress was made in the classification of these animals until the investigations of VAN BENEDEN were begun in 1874. The result of his observations in this direction may be seen from the table given below.

Dicyema Köll.	*D. typus* Ed. V. Ben.	in *Octopus vulgaris*.
	D. Clausiana Ed. V. Ben.	- - *macropus*.
Dicyemella Ed. V. Ben.	*D. Wageneri* Ed. V. Ben.	- *Eledone moschata*
	D. Mülleri Clap.	- - *cirrosa*.
Dicyemina Ed. V. Ben.	*D. Köllikeriana* Ed. V. Ben.	- *Sepia officinalis*.
	D. Schulziana Ed. V. Ben.	- - *biserialis*.
Dicyemopsis Ed. V. Ben.	*D. macrocephalus* Ed. V. Ben.	- *Sepiola Rondeletii*.

VAN BENEDEN divides the Dicyemidae into four genera, and enumerates seven species, six of which appear under his own name. I have increased the number of species to ten, and included all in two genera, as will be seen from the following table.

Dicyema Köll.	1. *D. typus* Ed. V. Ben.	in	*Octopus vulgaris* Lamark.
	2. *D. Clausianum* Ed. V. Ben.	- -	*macropus* Risso.
	3. *D. microcephalum* Whit.	- -	*De-Filippi* Verany.
	4. *D. moschatum* Whit.	-	*Eledone moschata* Leach.
	5. *D. truncatum* Whit.	-	*Sepia officinalis* Linn.
			- *elegans* Blain.
			Rossia macrosoma D. Chiaie.
	6. *D. Schulzianum* E. V. Ben.	-	*Sepia biserialis* D. de Mont.
	7. *D. macrocephalum* E V. Ben.	-	*Sepiola Rondeletii* Gesner.

Digitized by Google

Dicyemennea Whit. { 8. *D. Eledones* Wag. in { *Eledone Aldrovandi* D. Ch. / *Eledone moschata* Leach.
9. *D. Mülleri* Clap. - - *cirrosa* Lamark.
10. *D. gracile* Wag. - *Sepia officinalis* Linn.

Of the ten species here tabulated, ED. VAN BENEDEN has determined four, and CLAPARÈDE one: of the five remaining, one, found in *O. De-Filippi*, is entirely new; two, occurring in *E. moschata*, have hitherto been regarded as one species, and named *Dicyema Eledones* by WAGENER, *Dicyemella Wageneri* by VAN BENEDEN; and the other two, generally found together in *Sepia officinalis*, have likewise been confounded by WAGENER under the name *Dicyema gracile*, by VAN BENEDEN under the name *Dicyemina Köllikeriana*.

With reference to naming the four species hitherto described as two, it was necessary, first of all, to decide what use could be made of the names already invented. After carefully considering all the statements bearing on the question, I have no hesitation in declaring the two names originating with VAN BENEDEN synonymous with those introduced by WAGENER; and, as in systematic zoölogy the claims of priority are not to be superseded by those founded on accuracy of description, it seems necessary to discard this part of VAN BENEDEN's terminology. It is scarcely necessary to add, that I fully appreciate the superior merit of VAN BENEDEN's descriptions as compared with those of WAGENER; but usage does not allow such a discrimination to outweigh other considerations. VAN BENEDEN gives no reasons for rejecting the names of his distinguished predecessor, and I fail to see on what grounds such liberty could have been justly taken. Possibly the erroneous opinion, which VAN BENEDEN appears to have entertained, that WAGENER intended the name, *D. Eledones*, not only for the Dicyemidae of *E. moschata* but also those of *Octopus* and *Sepiola*, may, in a measure, explain what, under any. other supposition, must have been known to be a plain violation of the universally recognized law of priority. But this explanation could not apply to WAGENER's second name, *D. gracile*, and thus there seems no escape from the conclusion that these names were discarded quite arbitrarily. It is hardly to be supposed that the imperfection of WAGENER's diagnoses, could have had any decisive influence in this matter, so long as they furnished the means of certain identification. VAN BENEDEN's studies led him to the conclusion that each Cephalopod has a single species of Dicyema, and this conviction seemed to him so well founded, that he made it the corner-stone of his whole scheme of classification, as I shall presently show. Accord-

Digitized by Google

ing to this view, the species of Dicyema would be determined the moment that of the Cephalopod became known, and vice versa. It is evident therefore that WAGENER gave, in naming the Cephalopod, all that was actually required by VAN BENEDEN's system for identification. I find no difficulty in recognizing in two of WAGENER's figures the two species of Dicyema which I have found in *E. moschata*; and precisely the same may be said of two figures given by VAN BENEDEN (Pl. 1, fig. 4 and Pl. 2, fig. 1).

The grounds for not adopting the names *D. Wageneri* and *D. Köllikeriana* are sufficiently obvious, without urging the additional fact that VAN BENEDEN has, in both cases, confounded two species under the same name.

With regard to the prior designations of WAGENER, the discovery that each covers two species, gives me a discretional right of rejecting or retaining them. Although I can no longer employ them in their original sense, still it seems possible to make use of them without causing any appreciable amount of confusion in nomenclature; and this course commends itself as one which accords best with the deference due to an eminent authority, and as one which smacks least of the practices of the reckless system-smasher and name-monger.

The course adopted with reference to the three generic names introduced by VAN BENEDEN, requires a brief explanation. It was impossible to retain these names without assenting to the conclusions which formed the basis of VAN BENEDEN's system of classification and determined his method of naming; for the names, method, and ideas cleave to each other with such logical coherence that they must stand or fall together. As these conclusions were not confirmed, but plainly contradicted by facts to be recorded in this paper, they had to be abandoned, and with them the generic names founded on them. It seems therefore proper to state precisely what these conclusions are, and how they stand related to the names under consideration.

With reference to the first point, the following citation is made:

»Mes études sur ces organismes me mettent en mesure d'affirmer que chaque Céphalopode a son espèce particulière de *Dicyema*. Mais les espèces qui habitent des Céphalopodes proches parents sont beaucoup plus voisines que celles qu'hébergent des Céphalopodes appartenant à des familles différentes. De là la nécessité d'établir plusieurs coupes génériques.« (1, p. 8.)

In harmony herewith, a system of names is invented which runs parallel with that of the Cephalopoda. The genus of the parasite coin-

Digitized by Google

cides with that of its host; and thus its limits are fixed, not by any morphological boundary lines discoverable in the parasites themselves, but indirectly through their assumed coincidence with the limits assigned to a totally foreign genus.

To the genus Octopus corresponds the genus *Dicyema*; to *Eledone*, *Dicyemella*; to *Sepia*, *Dicyemina*; and to *Sepiola*, *Dicyemopsis*. Such is the facile method adopted by VAN BENEDEN in carving out a new system of generic names. Four genera were thus set up, and not a single generic character pointed out! If the correspondence affirmed really existed, it would be a very remarkable fact, and, I believe, quite an exceptional one: at all events, it would be preposterous to suppose that it could be accepted as a fact without some substantial evidence. I have to confess therefore to some surprise that VAN BENEDEN has neglected to offer any proof whatever in support of the position he has taken on this question, especially as on the assumed parallelism hangs the validity of his whole system of classification. The seven species given in his paper are described with more or less detail; but I find no allusion to g e n e r i c distinctions beyond what can be gathered from the passage before cited. Presumably the descriptions of the species include both specific and generic characters, but the line is nowhere distinctly drawn between the two.

Two distinct assertions are made in the above quotation:

1. Each Cephalopod has a single species of Dicyema.

2. The species found in closely allied Cephalopoda are much more nearly related than those found in Cephalopoda belonging to different families.

My observations warrant me in saying that neither of these assertions is correct.

In the description of species which is to follow the following facts will be established:

1. Two Cephalopods, *E. moschata* and *S. officinalis*, have each two species of Dicyema.

2. One species of Dicyema occurs in at least two different species of Cephalopod, while another is found in at least three different Cephalopods.

3. Two species, *D. Eledones* Wag. and *D. gracile* Wag., found in Cephalopods belonging to two different families (*E. moschata* and *S. officinalis*) differ from each other less than they differ from the species with which they are associated.

4. In Rossia and Sepiola, two genera of the Myopsidae standing,

Digitized by Google

according to BROCK (24) in the closest genetic relationship, are found two species of Dicyema differing from each other as widely as either differs from *D. moschatum* of *E. moschata*.

These facts make it perfectly clear that I could not pursue the method of grouping adopted by VAN BENEDEN, nor accept the generic divisions to which his erroneous views had given rise.

All the Dicyemids at present known may be easily and conveniently divided into two groups or genera, distinguishable by the number of cells in the head — polar cells of VAN BENEDEN. The first genus, to which the name *Dicyema*, originating with KÖLLIKER, will be applied, includes seven species, all with eight polar cells. The second genus embraces three species, all characterized by nine polar cells, and may therefore be designated, *Dicyemennea*[1].

Explanatory Remarks.

Passing over histological details, which appear to have been very accurately given by VAN BENEDEN, I shall here point out those characters by which the genera and species at present known may be most readily recognized; and, in so doing, shall adhere to the terminology employed by VAN BENEDEN, so far as this meets my purpose. To avoid repetition and periphrases, a few explanatory remarks and definitions of the more frequently recurring terms are here introduced.

For systematic purposes, the cephalic enlargement is by far the most important part of the animal, as it furnishes the greater number of the generic and specific characters. The eight, or nine cells composing this portion, are always in two sets, and the first set invariably contains four cells. These two sets of polar cells form together the polar calotte (»coiffe polaire«, V. BEN.). The cells of the two sets may be designated according to their relative position, which is invariable in young individuals and persistent in the majority of species, pro-polar and meta-polar. In some cases, the pro-polar cells become, in the adults, central, and the meta-polar, peripheral. The bilateral symmetry of the calotte, first recognized by VAN BENEDEN, will necessitate further the use of the terms dorsal, ventral, and lateral. The extremity of the body adjoining the calotte, is universally formed of two

[1] Dicyema and ἐννέα, nine. I should add that there is some doubt about the position of *D. Mülleri*, as CLAPARÈDE failed to determine the number of polar cells.

Digitized by Google

lateral cells, called para-polar cells by VAN BENEDEN. The caudal extremity is also formed of two cells, which, in young individuals at least, generally have a dorso-ventral position — a position at right angles to that of the parapolar cells.

The calotte, and the parapolar cells together with all the other external cells of the body, form the ectoderm, which is everywhere in immediate contact with an internal axial cell, as VAN BENEDEN has already clearly shown. This axial cell may be said to represent the endoderm, in view of its position and embryonic history. In origin, structure, and general appearance, it is the same in each species, and need not therefore occupy our attention in the following descriptions. The ectoderm furnishes all the diagnostic characters: the number of cells composing the calotte determines the genus; while the size of these cells, both relative and absolute, their shape, relative position, axial relations, the whole number of ectodermal cells, the length of adult individuals, the form of the parapolar and caudal cells, etc., will supply the means of distinguishing species.

The genus *Dicyema* Köll., as already remarked, includes those species in which the calotte consists of eight cells, in two sets of four each. The octamerous calotte shows in most species a more or less decided tendency to obliquity, which as a rule increases with age, and often becomes so pronounced in the adults of some species, that all the eight cells take part in forming the ventral face. This is evidently an acquired character, since up to the time of birth, and often much later, it is entirely absent. VAN BENEDEN goes altogether too far when he states (p. 17) that this obliquity is entirely due to a difference in size between the dorsal and ventral cells. The explanation of the origin of this peculiarity appears to me to lie in quite another direction. In the youngest individuals, the calotte exhibits a symmetry so complete that it is difficult to distinguish between the dorsal and the ventral side. At this stage there are obviously two planes coinciding with the axis of the body — a vertical and a horizontal one —, which divide the head into two like parts. The junction of the calotte with the body forms a vertical plane cutting the main axis at right angles. This form of the polar calotte, in which the line formed by the intersection of the two dividing planes is a direct prolongation of the axis of the body, may be called orthotropal. The orthotropal calotte passes into a plagiotropal form, by an unlike growth, not between the dorsal and ventral polar cells, but between the dorsal and ventral sides of the body. The dorsal side elongates more rapidly than the ventral, and the dorsal polar cells are thus

Digitized by Google

pushed forward until, in extreme cases, all the polar cells come to lie in the same oblique plane, which looks toward the ventral side.

The genus *Dicyemennea* embraces those species in which the calotte is composed of nine cells, four propolar and five metapolar. *D. Mülleri*, one of the three species included in this genus, is somewhat doubtfully placed, as the number of cells in the calotte has not been ascertained. The form of the calotte, as given in the figures of CLAPARÈDE and LACHMANN, makes it quite certain that it does not belong to the octamerous type; while its close resemblance to the enneamerous calotte of *D. Eledones* leaves but little doubt in regard to its generic position.

The difference of a single polar cell might, at first, appear insufficient for a generic mark, especially when estimated by any standard that would apply to one of the higher animals. Any objection of this kind will probably disappear on reflecting that every cell in a pluricellular animal has, in addition to its morphological and physiological value, a numerical and topical value. The numerical value stands in inverse ratio to the total number of cells composing the organism, and where the latter never exceeds 25—30 cells, the former must be very considerable. The topical value will also be greater in proportion as the total number of cells is smaller and the differentiated regions fewer; and, further, greater in proportion to the morphological and physiological importance of the region in which it is placed. The calotte of a Dicyema is the most highly differentiated part of the animal, and hence a difference of a single cell in its composition must be admitted to be of more importance to the systematist than the same numerical difference in any other region. A comparison of the octamerous with the enneamerous calotte will show that we have not over-estimated the fundamental difference between them. The added cell gives a calotte distinctly characterized in form and structure, and further distinguished by being permanently orthotropal.

Systematic Descriptions.

1. Dicyema typus E. v. Ben. Figs. 16—21, Pl. 2.

Found only in *Octopus vulgaris* Lam. Calotte octamerous; orthotropal in the younger, and many of the medium-sized individuals, but strongly plagiotropal in many of the adults measuring about 2.5mm in length;

Digitized by Google

obtusely rounded, generally broader than long, and but little wider than the body. The propolar cells differ, as a rule, but little in size from the metapolar cells. The diameter of the propolar set varies but little from that of the metapolar set, except in the plagiotropal calotte. No marked and constant difference in size between the ventral and dorsal polar cells. Parapolar collar adjoined by 2 dorsal and 1 ventral ectodermal cell.

Verruciform cells 0—5.

Total number of ectodermal cells 25.

The description of this species given by VAN BENEDEN, is in the main correct, but, I must add, it seems to have been drawn from a study of few specimens, and certain points have been strongly emphasized which have no specific value, while others appear to have been misapprehended. I have seen calottes similar to the one so accurately and lucidly described by VAN BENEDEN; but this calotte does not, in many respects, represent characters that can be said to hold true of the species. In this calotte, the ventral cells are smaller than the corresponding dorsal ones, and we are told that this feature characterizes the species. Hence it is made the starting-point for general orientation, and for explaining the obliquity and bilateral symmetry of the head.

My observations have convinced me that the size of the polar cells is a very unsafe guide in determining the dorsal and ventral sides of the calotte. In the orthotropal calotte, the only reliable means of orientation which I have been able to discover lies in the relative position of the parapolar and the three proximate ectodermal cells. In the plagiotropal calotte, it is not the size of the cells, but their oblique arrangement that enables one to recognize at a glance the different sides of the head. A comparison of the figures given of this species will show that the obliquity of the head is by no means to be attributed to a difference in size between the dorsal and ventral cells; and further, that it will not do to say that the propolar cells are invariably smaller than the metapolar.

Fig. 17 represents an unliberated embryo, .25 mm in length, seen from the ventral side, as shown by the arrangement of the three cells immediately following the parapolar cells. The inclination of the head and the loosening of the cells are due to the action of acetic acid.

Fig. 16 represents an osmic acid preparation of a young Rhombogen (.6 mm), from the left side; and Fig. 19 (1 mm) another from the same side. There is no noticeable obliquity of the calotte in either of these

Digitized by Google

cases, and in one (Fig. 19) the propolar cells are fully equal in bulk to the metapolar.

Fig. 20, representing one of the larger individuals, seen from the right side, agrees with VAN BENEDEN's account in showing very little obliquity, and in having the ventral cells smaller than the dorsal; but differs in having the propolar cells decidedly larger than the metapolar. In this latter respect, the figure represents a case which is neither the most frequent nor the most exceptional. This and other like instances noted at the same time, appear to show that the inequality in size between the first and second sets of polar cells has not the uniformity requisite to give it any value as a specific character.

Again, in regard to the obliquity of the calotte, every degree of variation may be found between Fig. 20 and Fig. 21. Fig. 21 shows a perfectly normal and well preserved head of one of the largest individuals (2.5 mm), seen from the dorsal side. Nearly all the longest specimens found at the same time exhibited this extreme obliquity, and some of them a still greater degree. Widely as this calotte differs in its general aspect from that of Fig. 19, a comparison of the two will show that the whole difference may he explained as a forward movement of the dorsal polar cells resulting from the unequal growth of the dorsal and ventral sides of the parapolar cells. As the dorsal propolar cells (*adp*) are carried forward, they must at the same time drop downward in order to preserve their connection with the ventral cells. This will be seen from Fig. 32, a vertical section of a less plagiotropal calotte. If the tilting ot the cell *adp* be carried a little further by pushing forward the cell *pdp*, the relative position of the cells would be the same as seen in fig. 21.

2. Dicyema Clausianum E. v. Ben. Figs. 30—34, Pl. 3.

Found exclusively in *Octopus macropus* Risso. Calotte octamerous; orthotropal in the youngest individuals; in the larger examples may be perfectly orthotropal, or more or less plagiotropal; generally broader than long, well marked off from the body.

The propolar cells may be a little smaller than the metapolar, or vice versa. No marked and constant difference in size between the ventral and dorsal cells.

The 2 lateral parapolar cells alternate with the 2 proximate ectodermal cells (one dorsal the other ventral).

Verruciform cells 0—5.

Digitized by Google

Total number of ectodermal cells 27.

Length of the longest measured, 4 mm; most of the larger specimens measure 2—3 mm.

VAN BENEDEN has given no figures of this species, but has set up the following as differential characters.

1. The calotte is much more oblique than in *D. typus*, and its obliquity is attributed wholly to the ventral cells being smaller than the dorsal.

2. The propolars are conspicuously larger than the metapolars, and in this respect the species is said to differ from all others.

In the earlier cases examined, I found the propolars not larger, but, in many cases at least, smaller than the metapolars (figs. 30 and 33), and was naturally surprised to find my observations thus clashing with those of VAN BENEDEN. I was equally unfortunate in not being able to confirm his statements in regard to the obliquity of the head. Later (Apr. 15) I obtained some material which served to explain, in a measure, these discrepancies. The calottes of three of the larger individuals are outlined in figures 31, 32, and 34. Fig. 34 agrees with statement No. 2, but shows little or no obliquity. In figs. 31 and 32 the obliquity is very well marked, but not so extreme as some cases noted in *D. typus*. The propolars (*avp* and *adp*), seen in optical section (fig. 32), appear larger than the metapolars; but as the latter are considerably longer than the former, the actual difference in volume is certainly not great. A general correspondence between the degree of obliquity and the size of the individuals was observable; but not infrequently individuals of approximately the same length were to be seen lying side by side, some showing no obliquity, others exhibiting it in different degrees. Had my study of this species not extended beyond the examples obtained on this occasion, I should have been able to say that the majority, both among the larger and the smaller, show more or less obliquity; and that in most cases the propolars are nearly equal to the metapolars, in a few even larger. But in my efforts to find specific distinctions that could be said to be decisive in all cases, I have been apprised, over and over again, of the fact, that the obliquity of the calotte and the inequality of its cells are extremely variable, and that the range of variability can seldom or never be ascertained from examples taken from a single *Cephalopod*. This fact makes the task of describing very laborious, since the characters found to hold good in a single case must be revised and supplemented several times before they can be safely regarded as general rather than exceptional.

Digitized by Google

3. Dicyema microcephalum Whit. Figs. 22—29, Pl. 2.

Occurs only in *Octopus De-Filippi*, Ver. Calotte octamerous, orthotropal, broader than long, often less wide than the body, evenly rounded.

The propolars generally slightly smaller than the metapolars, no difference between the dorsal and ventral cells of the same polar set.

The 2 parapolars followed by 2 dorsal and 1 ventral ectodermal cell.

Verruciform cells 0—6.

Totalnumber of ectodermal cells 26.

Greatest length recorded 2.5 mm.

In the majority of cases I have found the transverse diameter of the head exceeded by the average width of the body, Fig. 22. In one of the larger examples, regarded as a typical representative, the width of the head was .07 mm, that of the body .06—.10 mm.

In many cases the entire ectoderm is charged with granules (»globules refringents« Van Beneden), several cells being more heavily loaded, but otherwise not differing from the rest. These granular cells par excellence, often apparent in the youngest free individuals, are, as a rule, less distinctly verruciform than in other species of the same genus. In one instance the two caudal cells were thus characterized, and much larger than usual, reminding of a condition which prevails among a species found in *Sepia officinalis*.

This species, so far as my observations go, is distinguished from all other species of the genus *Dicyema*, by the permanent and almost perfect quadrilateral symmetry of its calotte (fig. 22—29). The number of cases examined, however, is not sufficiently large to warrant my saying that the species never exhibits the tendency to obliquity noted in all its congeners.

4. Dicyema moschatum. Figs. 1—15, Pl. 1.

Confined to *Eledone moschata* Leach, but not infrequently accompanied by a species belonging to the genus *Dicyemennea* (*D. Eledones*). Calotte octamerous; orthotropal in the embryo, in many of the younger, and in some of the larger individuals; more or less plagiotropal in

Digitized by Google

most of the adults; conspicuously wider than the body; well marked off; extremely variable in form.

The propolars, as a rule, a little smaller than the metapolars; exceptionally, larger. The ventral cells generally equal to, or larger than, the corresponding dorsal cells. The 2 parapolars followed, in the young, by 2 dorsal and 1 ventral ectodermal cell.

Verruciform cells 2, or none.

Total number of ectodermal cells 24.

Length of larger adults 5 mm, or more.

Of 105 examples of *Eledone moschata*, varying in weight from 15 to 940 grams, 97 contained *Dicyema moschatum*, associated in 14 cases with *Dicyemennea Eledones*; and the remaining 8 contained *D. Eledones* alone. Assuming that these numbers express average relations, it may be said, with approximate accuracy, that in every 100 *E. moschatae*

80 contain exclusively *D. moschatum*,
5 - - *D. Eledones*,
15 - both species.

Thus 95 % of the Cephalopods would contain the first, and 20 %, the second species.

When both species occur in the same Eledone, they are seldom promiscuously associated. In 3 of the 14 instances recorded, the two species were as completely isolated as of they had been living in different Cephalopods; for each occupied, by itself, one of the two chambers into which the renal sack is divided by a median septum. Where both species were found in the same renal chamber, it was easy to see, in most cases, that they were not indiscriminately intermingled, but distributed in separate groups or colonies, each colony, composed exclusively of individuals of one species, being confined to one, or a few lobes of the spongy renal organ. In some cases only a very few scattered colonies of one species could be found, the other species being represented in great abundance.

I have frequently noticed even where only a single species was present, that certain lobes of the renal organ were beset with exceptionally long individuals, which, judging from the contents of the axial cell as well as the size, represented the earlier settlers. Several times I have met with young Cephalopods in which the entire renal organ, with the exception of one or two lobes, was free from the parasite. These facts indicate that the parasites are not introduced in large num-

Digitized by Google

bers at any one time; and it does not seem at all improbable that a single individual would suffice to stock a whole renal chamber.

As will be seen from Plate 1, the head of *D. moschatum* exhibits a remarkable diversity of forms, as the products of two ever varying factors, (1) the degree of obliquity, and (2) the relative size and shape of the component cells. So wide is the range of variability, that I was for some time doubtful as to the number of species represented. A comparison of a very large number of individual forms, and a study of the various stages of development, have not brought to light any characters by which one or more of these forms could be specifically separated from the rest. So far as I have been able to ascertain, the whole number of ectoderm cells — barring cases plainly abnormal — is invariably 24, both in the Rhombogens and the Nematogens; and the extremes of obliquity are fully bridged over by intermediate forms. The calottes of the young are always orthotropal, and essentially alike in the form, size, and disposition of the cells. The differences among the adult forms must therefore be of an accidental rather than a specific nature. That the calotte of a single species, within the same species of Cephalopod, should display such a Protean variety of form, is, to say the least, a very interesting fact, and one well calculated to show how extremely unreliable must be the form and relative size of the polar cells in the determination of species. It must be admitted also that this fact gives some grounds to suspect that all Dicyemids of the octamerous type constitute but a single species, the so-called species being only varieties, owing all their distinctive differences to the unlike conditions of life to which they are exposed in their respective hosts. The assumption, however, involved in this view, that these conditions are sufficiently unlike to induce constant differences in size and in the number of cells, as well as characteristic varieties of form, is certainly not supported by the fact that the same species of Dicyema may live, as will presently appear, in two or more distinct species of Cephalopod, without the loss or addition of a single cell, and without any noticeable alteration in length, or in the size, shape, and disposition of the cells. The opinion formely entertained by KÖLLIKER, that all Dicyemids belong to one and the same species, to which the name *Dicyema paradoxum* was given, is still more decidedly disproved by the fact that two entirely distinct species, representing different genera, as I hold, may live side by side in the same species of Cephalopod. VAN BENEDEN'S failure to recognize this fact in the case of *E. moschata* must not be taken as an evidence that the differences between the two species are not con-

Digitized by Google

spicuous; but must be attributed to the mere accident of his not having made analyses in favorable cases. Still, both his descriptions and his figures prove that he had both species under his eye. That his Fig. 1, Pl. 2, was taken from an example of D. moschatum, is unmistakably shown by the contour of the head and the presence of two granular verruciform cells. The enneamerous calotte analyzed in his figures 4 and 5, Pl. 1, is totally unlike that borne by this species, and so conspicuously so that it is difficult to find an ingenuous apology for any confusion in regard to them.

A more detailed description may now be given of the different views of this calotte, seen in Plates 1 and 5. Long before the embryo is ready to abandon its parent, the eight nearly equal polar cells are easy to recognize (fig. 92 Pl. 5). In the fully formed embryo, seen in the lower part of fig. 1, Pl. 1, all the fundamental features of the calotte are clearly defined. At this time its diameter never exceeds the width of the body by more than a trifle, and is generally a little less than its axis. Its outline merges behind in that of the body, and is symmetrically rounded in front. It seldom betrays the tendency to obliquity manifested in later stages. There is no manifest constant inequality in size between the cells of the anterior and posterior set, or between those of opposite sides. The metapolars are cubical, with concave inner and convex outer faces; the propolars are triangular-pyramidal, with one convex outer face and three plane faces by which they are united to each other and to the metapolars. The rounded vertices of the propolars form the anterior end of the embryo; and the middle point, forming the termination of their common line of junction, or axial line, and marked by the intersection of the two dividing planes, may be called the pole of the calotte. The rounded anterior end of the axial cell penetrates a little the basal plane of the four propolars, forming there a small concavity, destined to increase until these cells assume together a watch-glass form.

In fig. 93, Pl. 5, is seen a calotte of a very young individual (.19 mm in length), found free, in which the diameter exceeds the axis, and the propolars are decidedly smaller than the metapolars. Others of a corresponding age were obtained at the same time in which these differences were less marked, or entirely absent. The dorso-ventral symmetry is quite as perfect as the bilateral. The parapolars, meeting in the median line of the dorsal and the ventral side, form thus a complete cervical collar, precisely as in the younger stage of fig. 92, where their lateral angles are much shorter and more obtusely pointed. Of the two

Digitized by Google

notches formed by the retreating lateral angles, the dorsal is occupied by two ectodermal cells, the ventral mainly by one. The diameter of the cervical collar is fully equal to that of the calotte, and its two cells have about the same length as the other ectodermal cells of the body. The fifth and sixth cells, counting from the hind end of the body, are more granular than the others, and represent the two characteristic verruciform cells of later stages. The cilia of the calotte are more thickly set and shorter than those of the other ectodermal cells. The two calottes just described (figs. 1 and 93) show about the range of variability in these early stages, and their differences recur between the embryo and the parent in fig. 1. From these forms, figures 2 and 3, taken from two Rhombogens of equal length (1.20 mm), differ in several noteworthy respects. The diameter of the head is much greater than that of the parapolar collar, and the metapolars flare a little at their hind margin. In fig. 2, seen from the ventral face, the dorsal metapolars appear to be a little larger than the ventral; but most of the oblique calottes agree with fig. 3 (seen from right side) in having the ventral metapolars decidedly larger than the dorsal. The same inequality holds true, with less constancy, between the ventral and dorsal propolars (figs. 4, 5, 6, 9). The difference in size between the propolars and the metapolars is most frequently in favor of the latter.

One of the most uncertain and variable features of the adult calotte, is its degree of obliquity, which can be said, only in a most general way, and by allowing a very liberalmargin for exceptions, to increase with age.

A dorsal and a profile view of two strongly plagiotropal calottes, from individuals of the same length (3.50 mm), are given in figs. 5 and 9. In both, the four propolars have a ventral position; while the ventral metapolars are much elongated, and so curved that one end is ventral, the other dorsal, and the middle portion lateral. In bending towards the dorsal side, they are at the same time prolonged forward, and thus describe a curve of double curvature. This peculiarity repeats itself pretty constantly in the most oblique calottes, and helps to explain how the obliquity arises.

The forms of this heteromorphous calotte, seen in Plate 1, first as hemispherical (fig. 1), then pyramidal (fig. 2), galeate (fig. 3), globose (fig. 7), clypeate (figs. 5 and 9), campanulate (fig. 6), etc., although far from being exhaustive, are at least sufficient to convey some notion of its Protean character, and to illustrate some of the principal lines of form-variation. They were all taken from well developed and well

Digitized by Google

preserved individuals, and, with perhaps the exception of figs. 6 and 8, represent forms of frequent occurrence.

It will be seen from these figures that the form assumed by the cephalic end of the axial cell is essentially the same for both Rhombogens and Nematogens. VAN BENEDEN found that the Rhombogens are as a rule shorter than the Nematogens, and this agrees with my observations. But the Rhombogens sometimes attain a length that is seldom exceeded by the Nematogens. One Rhombogen, taken up from the renal fluid by the aid of a pipette, and measured immediately after killing with acetic acid, was 5.75 mm long. I have recorded no cases in which Nematogens measured more than 6 mm.

The shorter individuals often show the greatest width just behind the head (fig. 13), tapering from this point slightly towards the hind end; while in the larger specimens the width is more uniform, being .08—.10 mm for a length of 5 to 6 mm. Two large verruciform cells, filled with refractive globules, and located in the posterior half of the body, at opposite sides, are quite constant in this species; but they are sometimes missing both in the younger and older forms.

5. Dicyema truncatum Whit. Figs. 51—59, Pl. 4.

Occurs in *Sepia officinalis* Lin. (here usually associated with *Dicyemennea gracile*), in *Sepia elegans* Blain., and in *Rossia macrosoma* Delle Chiaie. Calotte octamerous, small, discoid, capping the broad truncated ends of the parapolars, which form the greater part of the head; its face somewhat convex in the young; occasionally so in the adult.

The nearly equal propolars (2 dorsal and 2 ventral) much smaller than the metapolars, and encircled by them. The equal metapolars alternate with the propolars, two being lateral, one ventral, and one dorsal. The diameter of the parapolar collar greater than that of the body, or of the polar cap. Ectodermal cells disposed in alternating pairs. Two terminal cells are very constantly charged with refractive granules, and more or less pyriform.

Total number of ectodermal cells 22.

Length .50—.75 mm.

Dicyema truncatum is a very well characterized species, and differs more widely from *D. gracile*, with which it is commonly associated

Digitized by Google

in *Sepia officinalis*, than from either of the other species thus far described. Under the persuasion that these two species were one and the same, VAN BENEDEN was led to attribute to a calotte belonging to *D. truncatum* characters that are wholly foreign to it. He affirms that this calotte is composed of nine cells, and in his fig. 6, Pl. 1, he has actually delineated this number of polar cells, which certainly exceeds by one the number placed there by nature. This species bears an octamerous calotte, while that of the associate species is enneamerous; and this fact alone proves that their separation is well founded. A glance at figures 48—50 (*D. gracile*) and 53—59 (*D. truncatum*), will make it evident that the two species are quite distinct in many other respects. They are distinguished by the total number of cells, by the length and general appearance of the body, by the form and the character of the two caudal cells, by the shape of the cephalic enlargement, and by the share taken in its formation by the parapolars. Most of the distinctions seen in the adult forms are also to be found in the young, and even in the unliberated embryo, so that there remains no ground for the supposition that *D. truncatum* is only a younger form of *D. gracile*.

VAN BENEDEN describes the »renflement céphalique«, represented in the figure just referred to, thus:

»In *Dicyemina Köllikeriana* of the Cuttle-fish there are nine polar cells disposed in two sets. These cells are very small, compared to the polar cells of *Dicyema* and *Dicyemella*. They form together a very granular, opaque body, capping the anterior extremity of the endodermal cell. But this coiffe is very eccentrically placed in the cephalic enlargement (voir pl. 1, fig. 6). It is strongly inclined toward the ventral side. In young individuals, the nine polar cells forming this coiffe are placed in the same oblique plane with respect to the axis of the body. This plane looks downward and forward, when the organism is placed in a normal position. The head appears cut in front by an oblique truncation. The first set of polar cells comprises four conoid or pyramidal cells much smaller than those of the second set; and two of these are smaller than the other two, and turned toward the ventral face. In the second set one counts five prismatic cells placed, with respect to one another and to the central polar cells of the coiffe, as in the species of *Eledone moschata*.

As the individual increases in size, the polar coiffe becomes relatively more extended and its characters so modified that it becomes more like the polar organ of the Poulp and Eledone.« (p. 18 and 19.)

From this it appears that VAN BENEDEN regarded *D. truncatum* as

Digitized by Google

the young, and *D. gracile* as the adult, of *Dicyemina Köllikeriana;* and he very naturally inferred that the nine polar cells of the mature forms must be present in the so-called »young individuals«. Bearing this fact in mind, it is easy to see what parts of the above description were actually drawn from a study of *D. truncatum*. The smallness and obliquity of the calotte are attributes belonging to this species, while the number and, in the main, the disposition of its cells are applicable only to *D. gracile*.

The description of the parapolar cells (p. 20—21) accords nearly with my own observations. »These cells are two in number, and differ from each other neither in form nor volume, nor in any other character. They are distinguished from the ectodermal cells of the trunk by their form and contents. In well developed individuals, they are nearly elliptical in optical section (pl. 1, fig. 14). . . . . The small axis of the ellipse is about equal to three fourths of the large axis. The contents of these cells is much darker than that of the ectodermic cells of the trunk; it is finely granular, but never charged with the refractive globules which are almost constantly met with in the other cells of the ectoderm, and which, by accumulating, produce warts (verrues).

These two parapolar cells are placed on the lateral faces of the head. They meet along the median dorsal and the median ventral line, thus forming a collar, through which passes the endodermic cell. Each constitutes a moiety of the ring. This ring is much shorter at the dorsal and the ventral line of junction than at the sides of the head. The ectodermal cells of the trunk, which immediately follow the parapolar cells, end in a point between the latter, but never reach the cells of the polar coiffe.«

I have never observed the strong contrast here said to exist between the contents of the parapolars and that of the other ectodermal cells; and I should say that the form of the parapolars, seen in optical section, is triangular rather than elliptical.

With reference to the inclination of the calotte, I do not see how VAN BENEDEN'S figure 6, Pl. 1 can be reconciled with his statements. Judging from the position of the parapolars, this figure represents the head as seen from the right, or left side; but how, in either case, can the calotte be said to incline to the ventral face? Again, taking the size of the propolars as a means of orientation — allowing the ventral cells to be smaller than the dorsal — the calotte appears to be seen from the dorsal face, and to be inclined towards this face, all of which is equally contradicted by the position of the parapolars. As I have

Digitized by Google

never found any uniform inequality such as VAN BENEDEN insists on between the dorsal and ventral polar cells, I am compelled to determine the direction of inclination by reference to the parapolars, and therefore to regard the figure as seen from one of its lateral faces. If I am correct in this, the figure represents a case of obliquity fully analogous to that seen in fig. 57, showing that it may occasionally be dextral, or sinistral, instead of ventral. This irregularity in the direction of the inclination, of which I have seen a considerable number of instances, and the inconstancy of its occurrence presently to be noticed, lead to the conclusion, already expressed with reference to some of the foregoing species, that very little importance can be attached to this phenomenon as a specific character. In order either to remove or explain the incongruity between this opinion and that emitted by VAN BENEDEN, I have made repeated examinations with special reference to this point. The result has been that I have found it necessary, first of all, to explain the incongruities between my own observations; for what was recorded as the rule one day, appeared to be the exception the next. After examining carefully a large number of individuals obtained from a Cuttle-fish Mar. 14, I made the following note:

»As a rule the inclination is hardly to be recognized, and I doubt if it be a normal feature.«

A later note reads thus:

»I find that there is a plain obliquity in many heads; but it is by no means constant, nor can I say that it exists in the majority of cases.«

That the same species of Dicyema varies sometimes considerably from one Cephalopod to another, is a fact which has forced itself upon my attention in nearly every species that I have examined; and it is more on account of its general importance than its special significance that I have gone into details with the case in hand. According to my observations, then, obliquity of the calotte is exceptional in some cases, and more or less general in others; it may be dextral or sinistral, but is more frequently ventral.

With reference to the arrangement of its cells, this calotte differs in one particular from other octamerous calottes. The entire difference, however, may be explained as the result of a rotation of the metapolar disc on its axis through 45°, the propolar disc maintaining its original position. This rotation of an octant makes two of the metapolars lateral, one dorsal, and one ventral (figs. 58, 54, 57). The arrangement of parts thus becomes similar to that of a flower, the perianth of which consists of two cruciform whirls of leaves alternating with each other.

Digitized by Google

This alternate order of the polar cells is quite distinct from the opposite order seen in all the other species of the genus, and might perhaps serve as a basis for the formation of a new genus; but as I find only one species thus marked, there seems no urgent necessity, at present, for burdening science with a new name.

The calotte is nearly hemispherical in the embryo, and may be said to form the entire head. These relations are very seldom seen in the adults (fig. 59), the calotte becoming, as a rule, more or less flattened with age, owing to the fact that its growth does not keep pace with that of the parapolars (figs. 53, 54, 57).

VAN BENEDEN estimates the number of ectodermal cells at 25. Although I am certain that he has counted one too many in the calotte, I am not equally so that he has made an error of two in the body. While I have never succeeded in finding more than 22, in specimens taken from *S. officinalis, S. elegans*, or *Rossia macrosoma*, I have seen cases with only 20, and one of these is given in fig. 53. But such cases are exceedingly rare, and the still greater variations, such as VAN BENEDEN has described (see his fig. 8, Pl. 2), are unquestionably to be regarded as abnormal. The number 25 agrees neither with that which I regard as normal for *D. truncatum*, nor with that of the associate species, *D. gracile*.

The caudal cells are generally two and symmetrically placed; but cases have been met with in which three of the terminal cells were charged with granules, all presenting the same outward appearance and forming together a trilobate ending. In some instances only one of the two normal caudal cells were loaded with granules; and frequently both cells are very small and inconspicuous (fig. 52).

I have always found this species very abundant in *S. officinalis*. By its short and rhabdoidal form it is easily distinguished from the elongated and slender *D. gracile*, which occurs in much smaller numbers. That this species is identical with that found in *Rossia macrosoma* and *Sepia elegans* is, to my mind, as certain as it can be, so long as our knowledge of the cycle of life of these animals remains incomplete. In the first case of *Rossia* that was examined for the purpose of comparison, I noticed one or two peculiarities which I had not recognized in specimens from *S. officinalis*. The calotte formed, in many individuals (fig. 59) a large portion of the head; and the entire ectoderm, with the exception of the finely granular polar cells and the large caudal cells, was charged with coarse shining granules of an elongated angular form. In every other respect, the specimens agreed precisely

Digitized by Google

with D. truncatum of *S. officinalis*. Before these differences could be accepted as conclusive evidence of a new species, it was necessary to know if they were constant. Further examinations proved the contrary. In the second case recorded, the difference in the granulation of the ectoderm was absent; and the calotte, if a little larger than the average in *D. truncatum* of *S. officinalis*, agreed so nearly in this respect and so perfectly in every other particular, that I felt compelled to abandon the idea of attaching a specific value to these distinctions.

Dr. FOETTINGER (29), in a recent paper on some new Infusoria, found in the renal organ and the liver of certain Cephalopods, incidentally remarks that the Dicyema of *Sepia elegans* is a new species, which he proposes to describe in a future communication. I have examined five *S. elegans*, and have found Dicyema in every case; and I have failed to detect any constant difference between them and *D. truncatum* of *S. officinalis*. The differences which I have noted in individual cases have not proved to be constant, nor have they been either greater or more numerous than those observed in specimens obtained from different *S. officinales*. The chief difference noted concerned the caudal cells, which were prevailingly small and otherwise not so well characterized as they generally are in individuals from the Cuttle-fish. But as a considerable number of individuals did not differ at all in this respect from the average form met with in the last named Cephalopod, the difference can not be regarded as anything more than a tendency to variation induced by the somewhat unlike conditions of life offered by the two different hosts.

6. Dicyema Schulzianum E. V. Ben.

Found in Sepia biserialis Den. de Mont.

Unfortunately I have not met with individuals of this species sufficiently numerous and well preserved to admit of accurate analysis, and have therefore but little to add to the very brief account given by VAN BENEDEN. His statements are, that the parapolars take part in the formation of the head, as in *D. truncatum*; the calotte is larger than that of *D. truncatum*, forming a large part of the cephalic enlargement in adults, and the whole of this enlargement in the young; the metapolars are quite different from the propolars. Nothing is said in regard to the number of cells in the calotte, or the total number of ectodermal cells. I am quite certain

Digitized by Google

that there are eight polar cells; but cannot affirm positively that they are arranged precisely as in *D. truncatum*. I have never seen any individuals with large caudal cells. The length of this species agrees nearly with *D. truncatum*.

7. Dicyema macrocephalum E. V. Ben. Figs. 35—39, Pl. 3.

Found only in *Sepiola Rondeletii* Gesner.

Calotte octamerous; almost constantly plagiotropal; presenting a flattened, more or less circular, or somewhat quadrilobate face; broader than the body, and expanding into a free plate-like margin. The sub-equal propolars form the central portion of the cephalic plate, and the slightly unequal metapolars its free margin or rim. Each set of polar cells presents two ventral and two dorsal cells, the cells of one set being opposite the corresponding cells of the other set. The two lateral parapolars, somewhat thickened at their junction with the calotte, are followed by three ectodermal cells — 2 dorsal and 1 ventral.

The ectodermic cells disposed in 6 alternating sets of 3 cells each, interposed between the parapolars and the 2 caudal cells.

Verruciform cells 0—5.

Total number of ectodermal cells 30.

Length 5—7 mm.

Van Beneden has represented the calotte of this species turned 45° out of its natural position (compare his figs. 3 and 5, Pl. 2, with my fig. 37, Pl. 3), and this displacement introduces features that appear to separate it from all other octamerous calottes. Again, he is equally unfortunate in affirming that there are four parapolar cells instead of two as in all other Dicyemids. If Van Beneden were correct in these two points, I should be free to admit the necessity of forming a new genus; but he is certainly wrong in both, and the error may probably be attributed to a too hasty examination of unfavorable examples.

I have seen cases in which the calotte appeared to be in precisely the same position Van Beneden has given it; but a study of the younger stages and a comparison of a large number of adult forms have shown that in each set of polar cells two are ventral and two dorsal. To make certain of this point, I have examined specimens alive, and

Digitized by Google

moving freely in the renal fluid. In this condition it is easy to see, in a lobed calotte resembling that in fig. 35, that two lobes are ventral and two dorsal. When specimens are killed in acetic acid, or by any other means, and covered by a glass, the calotte is exposed to pressure, unless protected by supports placed under the cover. Such pressure is all that is required, especially with individuals lying sidewise, to induce appearances of the same nature as VAN BENEDEN has described.

With respect to the number of parapolar cells, it is easy to be misled, particularly in adult forms. The two lateral angles of the parapolars (fig. 36) are turned strongly toward the ventral side, and the dorsal notch left between them is filled by the fore ends of two ectodermal cells, which extend far forward, but never reach — so far as I have observed — the polar cells. It is these two cells that, added to the two lateral parapolars, make up the four parapolars of VAN BENEDEN's description. It is not always easy to see, in the larger examples, the anterior limits of these two cells; but the development, and the whole series of younger stages, bear witness to the fact that this species agrees with all others at present known, in respect to the number of its parapolar cells. In fig. 38, from a young individual only .7 mm long, a complete parapolar collar is seen, formed of two lateral halves, joined in the median dorsal and median ventral line. From the same figure it is plain that there are two dorsal and two ventral metapolars. The propolars, not represented in this fig. lay in the same plane with the metapolars, not projecting beyond them, as seen in the younger form of fig. 39. I think the parapolars never take so conspicuous a part in the formation of the head as VAN BENEDEN has represented. Cases similar to his figures have been seen, but they appeared to me to present unnatural forms due to swelling.

The number of verruciform cells varies from 0 to 5. They may be quite conspicuous, but I have never seen instances of their projecting strongly beyond the other ectodermal cells.

With the above exceptions, VAN BENEDEN has given a very accurate description of the calotte: »The calotte is here a cellular plate formed of flattened cells. This plate is very obliquely placed at the anterior extremity of the endodermal cell; it looks toward the ventral side. In well developed individuals it is sometimes plane, but more frequently concave (?). In all young individuals it is convex. It is formed of eight polar cells disposed in a central set of four cells and a peripheral set of the same number. When the calotte is seen from the face, the central cells show a triangular form; the peripheral cells form

Digitized by Google

around the central zone a ring composed of four segments. Each of these segments is a cell.«

8. Dicyemennea Eledones Wag. Figs. 44—47, Pl. 4.

Found in *Eledone moschata* Leach (usually in company with *Dicyema moschatum*) and *Eledone Aldrovandi* Delle Chiaie.

Calotte enneamerous, conoidal, permanently orthotropal, wider than the body.

The 4 equal triangular-pyramidal propolars always much smaller than the 5 sub-equal prismoidal metapolars. The propolars are 2 dorsal and 2 ventral; the metapolars 3 dorsal (1 median and 2 lateral) and 2 ventral. The cephalic enlargement formed chiefly by the calotte, but, to some extent, by the 2 lateral parapolars. The ectodermal cells, beginning with the parapolars, arranged in 7 alternating pairs.

Verruciform cells none.

Total number of ectodermal cells 23.

Length 5—7 mm.

The occurrence of this species in *Eledone moschata* has already been detailed in the account of *D. moschatum*. I have found it in ten of the twelve *E. Aldrovandi* which I have examined, and always unaccompanied, except by *Benedenia elegans* or *B. coronata*. Thus the frequency of its occurrence may be estimated at 6 : 30 in *E. moschata*, and 25 : 30 in *E. Aldrovandi*.

I have been unable to detect any peculiarity in individuals obtained from one host not found in those from the other; and in no instance have I met with anything that could raise a doubt as to their specific identity.

As this species is found in at least two different Eledones, and has not thus far been found in any other genus of the Cephalopods, the name *D. Eledones* Wagener, is very appropriate, and for this, as well as other reasons before mentioned, has been preferred to *D. Wageneri*, proposed later by Van Beneden.

In gracefulness of form and transparency this species is excelled by none; and in length, by *D. macrocephalum* alone. In these respects it agrees nearly with *D. gracile* of *Sepia officinalis* (fig. 48).

The form of the calotte, which differs in a most marked manner

Digitized by Google

from any thus far described, is shown in figs. 44, 45, and 47, Pl. 4. The difference in general aspect between the fully developed embryo (fig. 47) and the adult (figs. 44 and 45) is trifling compared with what we have seen in most species of the octamerous type.

The inequality between the axis and the diameter of the calotte is greatest in the embryo, while the disparity in volume between the propolars and the metapolars is greatest in the adult, all of which is due to the fact that the metapolars enlarge at a much more rapid pace than the propolars.

With respect to the number and the disposition of the cells (compare fig. 46 which represents both ranges in optical section), I find VAN BENEDEN's statements perfectly correct: »The polar cells of the first range are four..... In the second range there are five cells, and these are much larger than those of the first range, and their aspect is very different. Of these five cells two are ventral. Of the three dorsal, one is median and two lateral.« p. 18. I can not say that the two ventral propolar cells are uniformly smaller than the two dorsal, as VAN BENEDEN maintains. The metapolars are sometimes equal in length (fig. 44), and sometimes the three dorsal cells are a little longer than the two ventral; but in either case the calotte maintains the same orthotropal position. In some cases I find the calotte almost free from granules, in others the propolars more granular than the metapolars, and again both sets more granular than the body.

In fig. 47 (seen from the side) the parapolars are lateral and the caudals dorsal and ventral; now if the alternation in the successive pairs was always one of 90°, the caudals would agree with the parapolars in being lateral. As the figure shows, the alternation follows a sinistral spiral line which sweeps an arc of 90°, in passing from the anterior to the posterior end of the body. The same peculiarity is often more manifest in adults, and is not confined to this species. In nearly all long Dicyemids the elongated ectodermal cells show, individually, a more or less marked spiral curvature.

9. Dicyemennea Mülleri Clap.

This species was found by CLAPARÈDE, LACHMANN, and JOH. MÜLLER in *Eledone cirrosa* on the coast of Norway. Neither the figures nor the descriptions given by CLAPARÈDE and LACHMANN enable us to say with certainty that this species is not the same as the one just described. It is said to vary much in form. »Sometimes it is a long filament, every-

Digitized by Google

where of equal breadth; sometimes its anterior portion is very broad compared with the posterior part, which is slender and much elongated, resembling then a tadpole; and, again, the body is, so to speak, contracted, comparatively short and thick.« 6, p. 202. The number of the polar cells (»plaques«) was not ascertained, and hence its generic position remains problematic. The various forms of the body give some ground for thinking that this species is distinct from *D. Eledones*, while the form of the calotte excludes it from the genus Dicyema, and makes it probable that it has been correctly placed in the genus Dicyemennea.

10. Dicyemennea gracile Wag. Figs. 48—50, Pl. 4.

Found only in *Sepia officinalis*, always in company with *D. truncatum*. Calotte enneamerous, globose, orthotropal, wider than the body and well marked off.

The polar cells agree in number and disposition with *D. Eledones*. The propolars always much smaller than the metapolars.

The head formed exclusively by the polar cells.

The 2 lateral parapolars scarcely differ in thickness and general appearance from the ectodermal cells of the trunk.

Ectodermal cells, thin, their number and arrangement the same as in D. Eledones.

No verruciform cells.

Length 4—6 mm.

This species has been found in every *S. officinalis* that I have examined, but much less abundant than the companion species. It is generally distributed in colonies in the manner described under *D. moschatum*.

The wide difference in form and aspect between this species and *D. truncatum*, with which it is associated, is made apparent by figs. 48 and 53, Pl. 4; and the equally conspicuous differences in the form and composition of the calottes may be seen by comparing figs. 49—50 with 54—59.

The differences between this Dicyemid and *D. Eledones* are of such a superficial nature that I cannot regard them as conclusive evidence that the two forms are specifically distinct; still they are sufficiently obvious and general to justify a provisional separation.

Digitized by Google

The points of agreement are:

1. Total number and arrangement of cells.
2. Form and general aspect.
3. Number and disposition of the polar cells.

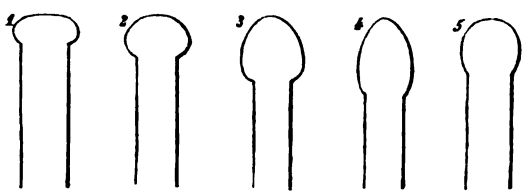
They differ, as a rule, in the following particulars: In *D. gracile*

1. the head is smaller and more spherical.
2. The fore ends of the metapolars are thicker than the hind ends.
3. The parapolars are not thickened at their junction with the calotte, and consequently take no part in forming the head.

The more common form of the head is seen in fig. 49, and an exceptional form in fig. 48.

The following forms (1—5) were all sketched from large individuals found in the same *Sepia*.

Such forms as 1, 2, and 5 have never been seen in *D. Eledones*.



Since this chapter was written, a second paper by VAN BENEDEN has appeared (No. 2), in which he describes two new genera, Conocyema and Microcyema. As these forms are supposed to represent a family distinct from that of the »true Dicyemids«, it does not appear to be necessary to make any changes in the foregoing pages.

Chapter II.

Reproduction.

The two kinds of embryos produced by the Dicyemids were seen and described by ERDL nearly forty years ago, but were supposed by him to represent different stages in the development of one and the same individual.

KÖLLIKER was the first to show that these embryos are two entirely distinct forms, arising from two different germs, which pursue two unlike courses of development while within the parent body. He ascertained further that the two sorts of embryos, which he distinguished as

Digitized by Google

infusoriform and vermiform, are not found together, but each by itself in different individuals.

These conclusions were confirmed by the researches of Ed. Van Beneden, who followed the development of both forms with much more care and success than had been done before. Further than this, Van Beneden drew a sharp line of distinction between individuals bearing infusoriform and those bearing vermiform embryos, designating the former as Rhombogens, the latter as Nematogens. Beyond the fact of their dimorphic progeny, already established by Kölliker, the following differential characters were declared to exist:

Rhombogens.	Nematogens.
1. Comparatively short and thick.	1. Comparatively long and slender.
2. Axial cell correspondingly broader, having a rounded termination in the head.	2. Axial cell narrower, and tapering to a point in the head.
3. Polar cells more flat.	3. Polar cells thicker.
4. Number of ectodermal cells variable, generally less than in Nematogens.	4. Number of ectodermal cells constant, and often greater than in Rhombogens of the same species.
5. Germ-cells relatively small (0.012—0.014 mm); formed endogenously in the reticulum of the axial cell.	5. Germ-cells large (average 0.021 mm) formed endogenously in special cells (»germigens«) lodged in the axial cell.

In view of the differences here enumerated, and the concurrent testimony of Kölliker and Van Beneden to the effect that the two kinds of embryos are never found in the same individual, it may, at first sight, appear incredible that the Rhombogen and the Nematogen are nothing more nor less than two consecutive phases in the same individual cycle of life. The presentation of the evidence on which this assertion rests, will show that the distinctions before named, with some slight modification, are not irreconcilable with it.

The fact that these creatures can not be kept alive for more than a few hours, precludes of course the possibility of tracing the transition from one condition to the other by continued observation on a single individual.

The indirect character of the evidence as well as the peculiar nature of the phenomenon itself calls for a detailed statement of observations and the inferences drawn from them.

Van Beneden's studies led him to think it probable that Rhombogens and Nematogens are heterogeneous forms, permanently distinct from each other. But he remarks: »I do not know what determines the

Digitized by Google

difference between the Nematogens and the Rhombogens. I do not know if an individual, after having produced and discharged vermiform embryos, can, arrived at a certain age, become modified and produce infusoriform embryos; or if the Nematogens are originally distinct from the Rhombogens. The latter opinion seems to me more probable; but if it be so, what causes one vermiform embryo to become a Nematogen, another a Rhombogen?« (1, p. 68). To these questions VAN BENEDEN's investigations supplied no answers.

The first thing in the course of my own observations to draw my attention to the question of the relationship between the two sorts of Dicyemids, was the occasional finding of a Cephalopod in which, so for as could be ascertained, only Nematogens, or only Rhombogens, were present. If, as VAN BENEDEN's work seemed to show, both kinds have the same course of development, i. e. both arise from similar vermiform embryos, how is it that in one Cephalopod all, or nearly all, are Rhombogens, in another, all, or nearly all, Nematogens? If within the renal organ these parasites multiply only by vermiform embryos (1, p. 68), how is their propagation provided for in those cases where all are Rhombogens?

In VAN BENEDEN's first paper (1), I find no allusion to these points: but in his last (2, p. 209) occurs the following: »I have succeeded no more than G. WAGENER in finding typical infusoriform [embryos] in the spongy bodies of the Cuttle-fish of the Mediterranean. It was in vain that I sought for them during the months of August and September, both at Villefranche and at Trieste. But I was more fortunate in examining Cuttle-fishes from the North Sea, received during the months of October, January, and February. All enclosed at least as many Rhombogens as Nematogens; and the Infusoriform [embryo] of *Dicyemina Köllikeriana* (*Dicyema gracile* G. Wagener) does not differ perceptibly from that of the other Dicyemids. On several occasions, my father has observed the Dicyemids of the Cuttle-fish: I find in his notes and sketches that he has always met with the Infusoriforms in great abundance; it is a Rhombogen of *D. Köllikeriana* that he has figured and designated under the name *Dicyema Krohnii*, in his 'Commensaux et Parasites'. How does it happen that neither WAGENER nor I have found the Infusoriform of the Dicyemina of the Cuttle-fish of the Mediterranean? That is a question to which I can not reply, unless by the wholly gratuitous supposition that the Rhombogens appear perhaps only at certain times of the year.«

In the same number of the 'Archives de Biologie', in drawing

Digitized by Google

a parallel between the *Dicyemids* and the *Orthonectids*, JULIN remarks; — »It follows from the observations of EDOUARD VAN BENEDEN that in the case of the Dicyemids the same host generally incloses, all Nematogenic or all Rhombogenic individuals; It is only very seldom that one finds the same host infested with both forms. A fact quite analogous holds true of the Orthonectids. Here we find always two female forms in the same host; but most frequently one finds exclusively males or females in the same Ophiurid.« (21, p. 44.)

I have introduced the statements of JULIN, not because I find them — so far as they concern the Dicyemids — warranted by anything VAN BENEDEN has yet published, but because they claim to be authorized by his researches.

The instances in which the Cephalopod incloses only one of the two forms of Dicyemids are, according to my observations made in the months from December to April inclusive, much less frequent than those in which both are found together. It should be remembered moreover that instances of the first kind may be considerably less frequent than they appear to be; for it is extremely rare that one can make such a thorough examination of the renal organ that the phrase »not present« may be safely substituted for »not found«.

Young stages of Rhombogens and Nematogens are liable to be confounded; and, hitherto, transitional forms have been entirely overlooked. It sometimes happens that the individuals of one kind are confined to one, or at most two or three lobes of the renal organ, and are thus easily overlooked. In view of these sources of error, I am compelled to regard with suspicion those cases of isolated occurrence of Rhombogens or Nematogens which were recorded before I became fully aware of the ways in which an examination might miscarry. For the same reason and others presently to be mentioned, VAN BENEDEN's failure to find Rhombogens in the Cuttle-fish of the Mediterranean can only be accepted as doubtful evidence of the absence of such Dicyemids. That they are to be found throughout the five months from December to April is perfectly certain.

There are two questions to be answered with reference to the distribution of Rhombogens and Nematogens:

1. Do they ever occur isolated?
2. Is their occurrence seasonal, or in any sense periodical?

The first question may, with considerable certainty, be answered in the affirmative; and the observations on which this answer is based tend to show that the occurrence of the two forms is not regulated by

Digitized by Google

seasonal influences. Although, so far as I can judge, the cases in which it can be said with a very high degree of probability that only Rhombogens or only Nematogens are present are comparatively few, still we cannot deny their importance. They can not of course be accepted as proof that one form passes into the other, but they are more easily reconciled with such a transition than with any contradictory hypothesis that has yet been offered. My observations on these points have been made chiefly on the parasites of *Eledone moschata*, and here I find only one case recorded in which Rhombogens alone were found, and eleven in which Nematogens were similarly isolated. Many cases were noticed in which both kinds were about equally numerous, but a much larger number of cases in which there was a more or less decided numerical preponderance in favor of one or the other form.

In the early part of March I happened to receive only small examples of *Eledone moschata* for several days in succession. In all I found the Nematogens very abundant, and in some, Rhombogens appeared to be wholly absent. The possibility of a seasonal occurrence of the Rhombogens, as suggested by VAN BENEDEN, then presented itself; but this idea was not sustained by subsequent examinations. I soon recognized a remarkable degree of correspondence between the size of the Cephalopod and the numerical relations of the two kinds of Dicyemids. Large Eledones invariably inclosed Rhombogens, often in much greater abundance than Nematogens; while very small Eledones showed obverse relations, sometimes furnishing only Nematogens. I made numerous examinations during March and April with special reference to this point, and a comparison of the results obtained from Eledones weighing from 15—50 grams with those from Eledones weighing from one to several hundred grams, show that the correspondence above stated is not an exception but an invariable rule. As examples the following cases are given.

Apr. 24. *E. moschata* 25 grms. *Dicyema moschatum*; mostly Nematogens, but a considerable number of Rhombogens among the smaller individuals.

\- - - 24 - *Dicyema moschata*; all Nematogens.

\- 25. - 15 - One tuft', or colony of large clear Nematogens (*D. moschatum*) without verruciform cells; a large tract of short Nematogens of the same species, mostly with two verruciform cells. In another part of the renal organ, long Nematogens (*Dicyemennea Eledones*). No. Rhombogens.

\- 24. - 185 - Mostly Rhombogens (*D. moschatum*). A few Nematogens inclosing two or three embryos

Digitized by Google

and many germ-cells; a larger number of individuals containing no embryos, but crowded germ-cells, with 1 to several large free nuclei in th axial cell.

Apr. 26. *E. moschata* 940 grms. *D. moschatum*, abundant, mostly Rhombogens. Only a few Nematogens containing vermiform embryos. A considerable number of young Rhombogens, and individuals inclosing only crowded germ-cells. Most of the Nematogens and those containing only crowded germ-cells showed several large free nuclei in the axial cell.

With the exception of the last *Eledone*, which was the largest that has been seen for several years at the Zoological Station, the larger specimens have weighed from one to four hundred grams. Although this was an exceptionally large *Eledone*, the Dicyemids of its renal organ differed in no marked respect from those of the Eledone weighing 185 grams. These five cases illustrate a fact attested by numerous comparisons in March and April, and, so far as my notes and memory inform me, by all observations of a prior date. A series of examinations extending through an entire year are required in order to settle beyond dispute the question of seasonal influence on the occurrence of the two kinds of Dicyemids; but it seems to me quite certain, at least in the case of *Dicyema moschatum*, that their relative abundance from December to April inclusive is regulated by influences of another nature. What is the meaning of the parallel between the abundance of the Rhombogens and the size of the Cephalopod? Are the conditions of life under which these parasites live in mature Cephalopods unlike those prevailing in immature individuals? and if so, is there any causal relation between these unlike conditions and the appearance of Rhombogenic Dicyemids?

Or is the phenomenon a cyclical one, wholly independent of the age of the Cephalopod, although showing a certain degree of correspondence to it? and in this case, is the Rhombogenic condition an integrant part of the life-history of all Dicyemids? or only a phase in the life of some or all individuals of certain generations? Is it an introductory, or a concluding phase?

As the succeeding pages will show, I have succeeded in obtaining answers to only a few of these questions.

The Axial Cell.

At a very early date in my study, I became aware of the fact that the axial cell is often plurinuclear, not only in Rhombogens but also in

Digitized by Google

Nematogens. That the axial cell of a Nematogen sometimes incloses not less than nine large free nuclei, at other times only one, seems to have been entirely overlooked by VAN BENEDEN. In the case of the Rhombogens, on the other hand, the plurinuclear condition was recognized and partially accounted for. The occurrence of the same condition in Nematogens remained a puzzle for a considerable time, as I was unable by comparison of different stages of these individuals to obtain any clue to the origin of several nuclei. In the Rhombogens, however, I have been able to trace in a very complete manner the development of this feature; and I now regard its occurrence in Nematogens as one of the most conclusive evidences of a transition from one form or condition to the other.

A curious fact with respect to the number of these free nuclei may here be mentioned, — a fact which can be explained on no other hypothesis than that of a transition from the Rhombogenic to the Nematogenic condition. In Rhombogens the number may be either odd or even; in Nematogens it is invariably odd. The explanation of this peculiar difference will be seen when we come to trace the origin of the nuclei in the Rhombogens.

The differences in the form of the axial cell are neither uniform nor permanent. Under the head of differential characters, VAN BENEDEN states that the anterior extremity of this cell takes a rounded form in Rhombogens, and a pointed form in Nematogens. That this distinction is not uniform is proved not only by my figures, but also by those of VAN BENEDEN.

The Origin of Free Nuclei in the Axial Cell.

In the fully formed embryo of *D. moschatum* (fig. 1, Pl. 1), the axial cell shows a single central nucleus (*ne*) and two primary germ-cells (*pg*).

This can not be said to be the original nucleus of the axial cell, as supposed by VAN BENEDEN, since it is only one of the division-products of that nucleus, as will be shown in discussing the origin of the germ-cells.

Although it is not to be confounded with the nuclei which appear later in the axial cell, I have not always been able to distinguish between them, and therefore, as a matter of convenience, include it among the number of free nuclei, without intending thereby to express any opinion on its relation to the axial cell.

Sometimes this nucleus maintains its central position in the adult,

Digitized by Google

and is easily recognized from other nuclear bodies by its greater volume and more elongated form. But it frequently happens that all these means of recognition are lost: its position may be in the head or the tail, or in any part of the body; it may exhibit a spherical form and differ so little in size from neighboring nuclei that discrimination becomes impossible.

Both Rhombogens and Nematogens arise from vermiform embryos like that seen in fig. 1; and it is impossible at this stage to predict which form will be brought out by subsequent development.

Shortly before, or soon after the embryo escapes from the parent, we find four germ-cells — two before and two behind the nucleus (fig. 95, Pl. 5). Next comes a stage of eight germ-cells arranged in a single loose row along the middle of the axial cell — four before and four behind the central nucleus (fig. 100, *ne*). It is about this time that the first indications are given of the kind of reproductive activity the individual is destined to display. The continuation of the same mode of multiplication leads to the Nematogenic condition, represented by more or less numerous germ-cells scattered along the axial cell and by a single large nucleus generally occupying a central position. All adult Nematogens which show only one large nucleus in the axial cell are Nematogens by direct development, and, so far as I have been able to ascertain, never produce but one kind of embryo, namely, the vermiform. It may be convenient to designate such individuals primary Nematogens.

The Rhombogenic condition is introduced after a certain number of cells — seldom more than from four to eight — have arisen from the two primary germ-cells. Instead of pursuing further the primary, or Nematogenic mode of multiplication by simple division, each of these cells (»germogens« of VAN BENEDEN) becomes a center of proliferation, producing cells which are compactly and more or less concentrically grouped around the mother cell, as described by VAN BENEDEN. An interesting event takes place preparatory to the introduction of the Rhombogenic mode of cell-multiplication. This event, which completely escaped the attention of VAN BENEDEN, consists in the elimination from the cell of a body analogous to a polar globule. Whether this body is the physiological equivalent of the polar globule so widly known among Metazoa, is a question I am unable to answer. The reasons to be urged against such an interpretation are important, though not quite conclusive to my mind. Nothing that could be called fecundation has yet been discovered; but the chief objection lies in the fact that the cell

Digitized by Google

which produces this corpuscle does not, apparently, develop directly to a Dicyemid, but produces germ-cells which so develop. I shall have occasion to return to this objection further on.

We may now trace the origin and fate of this corpuscle, and the history of the cell from which it arises. The earliest stage in its formation with which I have met is given in figure 104, Pl. 5. This figure represents apparently a nearly finished karyokinetic division, in which all, or nearly all, of the protoplasm remains with one of the daughter nuclei. The partially liberated portion (*n'*) is transparent, slightly granular, and shows a large nucleolus-like body in its external surface. The evidences of a karyokinetic division were more plainly indicated in the original drawing than the lithographer has represented. The plane of division was marked by what appeared to be short remnants of spindle-fibres, directed at right angles to it (incorrectly represented by mere dots in the figure). The fully liberated corpuscle, hemispherical, and still in contact by its flattened face with the producing cell, is seen in fig. 105. It is, in this instance, slightly larger than the central nucleus, and shows no distinctly defined membrane. It has all the appearance of being a nuclear body, and its subsequent history shows that it may be so regarded. It is not improbable that it contains a very small amount of cell protoplasm, and that from this is formed the thick membrane that arises soon after it becomes free. Be this as it may, it will later be impossible to distinguish this body from others of an undoubted nuclear character, and, as it remains for a considerable time near the proliferating cell, it may conveniently be called a paranucleus.

In fig. 106 (from a young *Dicyema typus*) the paranucleus (*n'*) lies detached by the side of two cells (*g*) which have arisen by division of the cell *m* in fig. 105. Fig. 107, from a *D. moschatum*, .5 mm long, represents a similar stage, in which the paranucleus already shows a double-contoured membrane. The multiplication of the two cells (*g* in figs. 106 and 107) by division soon leads to the formation of a cell-aggregate, such as is seen in figs. 108 and 109 *g*.

At this time one of the cells, generally occupying a central position, as seen in fig. 109, and in Van Beneden's figures 15 and 21, Pl. 1, is larger than the others, and incloses a nucleus (*n''*) that takes a sharper outline in acetic acid than is seen in the nuclei of the peripheral cells. This cell becomes the generatrix of successive generations of cells, all of which, if we except those of the last generation, are destined to produce infusoriform embryos in the manner described by Van

Digitized by Google

BENEDEN. This cell is evidently not identical with the cell *m*, figs. 104, 105, and the name germogen, originally applied to both cases, may therefore advantageously be restricted to the former; while the entire cell-group (*g*) may be called the Infusorigen, a term used by VAN BENEDEN as a synonym for Rhombogen. A somewhat later condition is seen in fig. 110, taken from a young Rhombogen (*Dicyemennea Eledones*), measuring 1.15 mm. The figure shows everything that was present in the axial cell, namely, one Infusorigen, one paranucleus (*n'*), and one central nucleus (*ne*). The germogen presents, in addition to its nucleus (*n''*), six to eight germ-cells. These germ-cells have very delicate outlines, which become tolerably distinct after remaining a few moments in acetic acid; and they appear to lie within the generative cell, or germogen. The peripheral cells of the Infusorigen are more numerous than in stage 109, but they are still arranged in a single layer and form a hemispherical envelope around the germogen. The paranucleus has already attained a diameter considerably more than half that of the large central nucleus, and still lies near the place of its origin.

The still later form of the Infusorigen, seen in Fig. 111, differs in no essential point from the one just described. The axial cell, of which this figure shows only a part, contained one large central nucleus, lying midway between two Infusorigens. With each Infusorigen were associated mature germ-cells, cleavage-stages, young infusoriform embryos, and a single paranucleus. The posterior Infusorigen, the one seen in this figure, had five stages in front (only two given in the figure) and three behind, consisting of a germ-cell with fusiform nucleus (*ig*), an eight-cell stage, and an embryo (only outlined), and behind all the paranucleus (*n'*). The anterior Infusorigen had six stages in front and five behind, the paranucleus lying before all. In this young Rhombogen (2 mm long) we have then two proliferating centers (Infusorigens) and three large free nuclei (the central nucleus and two paranuclei). Thus we find that, where there is one active Infusorigen only, there are invariably two free nuclei, and no more; and where two such Infusorigens are present, the number of free nuclei is always three. As every Infusorigen is accompained by a paranucleus, and as the axial cell incloses a central nucleus at the outset, it is plain that in Rhombogens the number of free nuclei will always exceed the number of Infusorigens by at least one. Will the excess ever be more than one? The following observation answers this question. April 8 I found a Rhombogen (2 mm long) containing seven Infusorigens and nine free nuclei. Whence came the ninth nucleus? The further history of the Infusorigen will ex-

Digitized by Google

plain this point. Thus far we have seen only two kinds of free nuclei in the axial cell — paranuclei and the central nucleus. Another set of nuclei, quite distinct in origin and time of appearance, is now to be accounted for. VAN BENEDEN has correctly stated the origin of this third class of nuclei, but he failed to recognize that their appearance marks the vanishing point of the Rhombogenic phase of life. »A germogen,« says VAN BENEDEN, »can produce only a limited number of generations of germs. The cell gradually exhausts itself. The protoplasmic body of the cell is entirely used up in the formation of the last generation; the nucleus is then all that remains of the germogen. It is found at first in the middle of the rosette formed by the last germs grouped around it; but the rosette ends in disaggregation; the germs separate from one another, and the nucleus of the germogen is then found in suspension in the protoplasmic reticulum of the endodermic cell, which becomes polynucleated.« (1, p. 53—54.)

Thus there arise in the course of the history of every Infusorigen two nuclei; one, the paranucleus, appears as a preparatory step to the development of the Infusorigen; the other, which may be called the residual nucleus, is what remains after the role of the Infusorigen is played. As the several Infusorigens found in a single individual may not reach the concluding point of their productivity simultaneously, it follows that the number of free nuclei in a Rhombogen may exceed the number of Infusorigens by more than one; and this explains the case, above noted, of seven Infusorigens and nine free nuclei. One of the seven Infusorigens had ended its career, and perhaps we might say its existence. The paranucleus, the residual nucleus, and a loose group of cells were all there was left of it. Still it may be said that the number of free nuclei for the pure Rhombogenic state is one more than the number of Infusorigens, since the appearance of residual nuclei simply marks an epoch of transition from the Rhombogenic to the Nematogenic mode of reproduction. Allowing that such a transition takes place, and that the free nuclei arise in the manner described, we have an explanation of the plurality of nuclei in the axial cells of many Nematogens, and further, of the fact that the number of these nuclei is odd. A single nucleus in a Nematogen indicates that the individual is a Nematogen by direct development; three nuclei show that the individual has passed through a Rhombogenic stage in which only one Infusorigen was present; five, seven, or nine nuclei point in the same way to the prior existence of two, three or four Infusorigens.

Digitized by Google

Phenomena of Transition.

The closing events in the history of the Infusorigen form at once the end of one act and the beginning of another in the drama of reproduction. This transitional state is seen in figures 112 and 113, both taken from the same *Dicyemennea Eledones* (2.40 mm long). These two figures show all that the axial cell contained, except the central nucleus. We see here two paranuclei (n'), and the final products of two Infusorigens, namely, two defunct germogens (c), each inclosing a residual nucleus (n''), and two clusters of germ-cells (vg). The germogen has finished its work; its reproductive energy has departed. What becomes of its protoplasmic body I am unable to say; but it probably dissolves, leaving the residual nucleus free. The germ-cells are, in one case, loosely aggregated around the germogen, but they can no longer be said to form the envelope of an active Infusorigen. These germ-cells agree fully with the germ-cells found in Nematogens, both in size, in general aspect, and in their incoherent order. A comparison of these figures with 110 and 111 shows how widely different in these respects are the germ-cells destined to produce infusoriform embryos. The last germs produced by the germogen differ from those of preceding generations in being much smaller, in having relatively smaller nuclei, and in showing no tendency to form anything like an organic group. They differ still further in possessing the power of multiplication by division, as shown in figures 114, 115, where the loose arrangement of the cells corresponds exactly with what is seen in figs. 1 and 14, Pl. 1. In the Rhombogen, on the contrary, there is no multiplication by division outside the Infusorigen. The germ-cells (ig) in fig. 111 are undergoing developmental, not multiplicative division It is a process of cleavage rather than simple fission.

Fig. 117 contains two examples of a transitional kind. The *D. moschatum* from which this was taken contained, besides the central nucleus, four such assemblages as are seen in the figure, in all of which, except one, a residual nucleus was present. It is possible, if not probable, that this nucleus was present, although not visible, in the cluster c. The cells vg, seen in these figures, continue to multiply until, in many cases, the entire axial cell is loaded with them. Sooner or later they begin to develop into vermiform embryos.

The last generation of cells produced by the Infusorigen is not then homodynamous with those of prior origin. The appearance of this generation marks the introduction of a new order of propagation, —

Digitized by Google

it is the substitution of the Nematogenic for the Rhombogenic mode of reproduction. The individuals in which such a transition has already taken place may be called secondary Nematogens, and these may be easily distinguished from primary Nematogens by the occurrence of more than one large free nucleus in the axial cell.

Transitional Period. — The passage from one state to the other, in cases where the number of Infusorigens is more than one, may not begin simultaneously in these several centers; so that one portion of the individual may be occupied by one or more Infusorigens and various stages of infusoriform embryos, while another portion is filled with germ-cells destined to produce eventually vermiform embryos. Thus the two modes of cell-genesis may co-exist in the same individual; but this co-existence never, so far as I have seen, continues so long that the two kinds of embryos occur together. The infusoriform embryos desert the parent before the development of vermiform embryos begins.

The disappearance of the infusoriform embryos does not however bring the transitional period to a close. This period extends from the moment when, in any one of the Infusorigens, the production of infusorific germs ceases to the time when the proper vermific germ-cells appear, and the latter arise only after a considerable time has been consumed in the multiplication of cells by simple division. Essentially, it is a germ-producing period throughout, complicated only at the beginning by the co-existence of two modes of cell-genesis.

Simple as the history of this period is, it has absorbed more time than any other portion of my work. Evidences tending to establish the fact of a transition accumulated for a considerable time, before it became clear in what direction it takes place. If the dissemination of the species is provided for by the infusoriform embryos, it seemed natural, assuming that a change of generation takes place, to expect that these embryos would arise after the vermiform.

It seems from a citation before given, that this order of events was among the possibilities that occurred to Van Beneden, although he went no further than to simply state the question.

The co-existence of the two modes of generation in the same individual made it somewhat difficult to obtain a clear notion of the distinctive features of the Rhombogenic and Nematogenic conditions. The study of the development of the Rhombogen and the Nematogen, and a comparison of the two states in adult stages, gradually sharpened the contrast between them, and placed their essential characters in a clearer

Digitized by Google

light, thus preparing the way for discriminating between them even when intermingled. I have seen cases which, at the time of recording, seemed to me to favor the idea of a transition from the Nematogen to the Rhombogen; but I am now of the opinion that the transition is always in the opposite direction.

Transitional Phases. — The following cases are given as illustrations of what may be seen during the transitional period.

1. *Dicyemennea Eledones* from *Eledone moschata*, Mar. 31. Fig. 15, Pl. 1, represents a portion of a large individual, in which are seen the central nucleus (*ne*), two paranuclei (*n'*), two Infusorigens, and scattered cells (*vg*). No embryos nor embryonic stages. The two Infusorigens show all the parts of active Infusorigens, but their peripheral cells no longer exhibit the compact arrangement characteristic of earlier stages.

Largest peripheral cells .016 mm in diam., nuclei .01 mm—.012mm
Largest scattered cells .012 mm - - nuclei .004 mm—.005mm

The difference in size between the nuclei of the two classes of cells is worthy of notice. The smallest cells of both kinds agree in every particular; the nuclei of the larger scattered cells differ but little from those of the smaller cells.

The paranuclei differ from the central nucleus only in size and form. Both present the thick membrane, the reticulum, and large vacuolated nucleoli. The germogen shown a residual nucleus, and, in one case, a rosette of six or more nuclei (?).

Not a single individual was found with infusoriform embryos, nor any approaching the pure Rhombogenic condition more nearly than the one here given. Many were seen in which the entire axial cell was filled with loose or scattered cells like those seen in the fig. (*vg*), and others differing from these only in having from one to many vermiform embryos.

I regard this as a Rhombogen already far advanced towards the Nematogenic state. The infusoriform embryos have all escaped, and the Infusorigens are in progress of breaking up into scattered cells.

2. *D. gracile*, from *Sepia officinalis*, Mar. 30. In two individuals vermiform embryos (two in each case) were found, and with them several Infusorigens accompanied by early stages of infusoriform embryos. Most individuals obtained from this Sepia were Rhombogens.

These two instances are the only ones I have ever met with, in which I could say with certainty that the two kinds of develop-

Digitized by Google

ment were progressing simultaneously in the same individual.

These individuals contained a central nucleus and as many paranuclei as Infusorigens. The few Nematogens present contained a very small number of embryos, generally not more than two or three. A considerable number of individuals containing only numerous scattered germ-cells were noticed.

It is not quite clear how these two cases are to be explained. It appears to me extremely improbable that the two modes of development were destined to be carried far enough to bring fully formed embryos of both sorts together, since no such instances have ever come to notice.

It is almost certain that one form of development was soon to be wholly superseded by the other. As I have not succeeded in finding any evidence that Nematogenic development is ever succeeded by Rhombogenic, I am led to suppose that the young infusoriform stages in these two Dicyemids were of an abortive nature, destined to disappear either by dissolution or by breaking up into separate cells. The only credible supposition remaining is, that the few already fully formed vermiform embryos were soon to escape, and that reproduction was henceforth to be purely Rhombogenic. This may be the correct view, but I have found nothing outside of these cases that appears to confirm it. In both of these Dicyemids a considerable number of loose germ-cells of the vermific class was found, and their presence is more easily reconciled with the former interpretation than with the latter.

3. *D. moschatum*, from *Eledone moschata*, Mar. 12. I shall here describe several individuals, and first of all two young Rhombogens and a young Nematogen, and then two cases of transition.

a. Rhombogen .45 mm long. The posterior two thirds of the axial cell contained nothing; in the anterior third were seen two large free nuclei (one .016 mm in diam., the other .020 mm), and between them a distinct Infusorigen and a single isolated germ-cell. The larger cells in the peripheral layer of the Infusorigen measured .014 mm, the average size of infusorific germ-cells.

b. Rhombogen 1 mm long. A little more than one half of the middle portion of the axial cell occupied by a central Infusorigen, preceded by a nucleus and seven stages of development, and followed by four infusorific germ-cells (.014 mm in diam.) and sixteen embryonic stages. Behind all came another free nucleus.

c. Nematogen 1.20 mm long. This was the only individual found that contained a vermiform embryo. The contents of the axial cell were

Digitized by Google

a single free nucleus, a single fully formed vermiform embryo, and numerous germ-cells measuring from .004 mm to .008 mm in diameter. The germ-cells were of the size and appearance of those seen in fig. 103, which undoubtedly represents a young Nematogen. The nuclei of the largest germ-cells were from .004 mm to .005 mm in diameter.

d. A Transitional 1 mm long. The first fourth of the axial cell occupied by an Infusorigen, six embryonic stages (three fully developed), and two nuclei; the remaining three fourths filled with scattered germ-cells .006 mm — .008 mm in diam., the larger with nuclei .004 mm in diam. Several of these germ-cells in process of division, others in which the division was just completed.

e. A Transitional .825 mm long. The posterior half of the axial cell contains nothing; the anterior half shows three free nuclei, one fully formed infusoriform embryo and three incompletely developed, and crowded germ-cells from .004 mm — .008 mm in diameter.

4. *D. moschatum* 1.80 mm long, from *E. moschata*, Feb. 7. A portion of this Dicyemid seen in fig. 40, Pl. 3. The axial cell contained besides three large free nuclei nothing but cells, which were crowded towards the two ends, but distributed in a loose row along the middle, as seen in the figure.

These cells were of two kinds, one spherical (.007 mm — .011 mm) with a large nucleus (.005 mm — .006 mm), and one ellipsoidal or fusiform (.007 mm × .015 mm) with smaller nucleus (.004 mm). The latter were often found in pairs, lying in close contact within vacuole-like spaces. In some cases the line of division between the two could not be clearly distinguished. In most of these elongated cells the protoplasm was striated in the direction of the longer axis.

From what I have seen in other similar cases, I believe these cells are in process of multiplication by division. It is probable that the spherical cells, after attaining a certain size, divide, producing two cells which assume the elongated form preparatory to a second division. This individual represents a transitional form derived from a Rhombogen in which there was but one Infusorigen.

5. *D. moschatum* 3.92 mm long, from *E. moschata*, Feb. 8. The anterior portion of the axial cell for about 1 mm occupied by numerous Infusoriform embryos emanating from a single Infusorigen. The larger infusorific germ-cells .016 in diam., nuclei .01 mm.

In the hind third of the axial cell a single free nucleus (.035 mm × .03 mm) with nucleolus .0025 mm, and numerous loose germ-cells

Digitized by Google

(.004 mm — .009 mm). Towards the anterior limit of this third the germ-cells became fewer and smaller.

The central portion of the axial cell, between the two end portions just described, was occupied only by three free nuclei, measuring (1) .05 mm × .04 mm, (2) .03 mm × .02 mm, and (3) .04 mm × .03 mm. Each nucleus contained a single nucleolus (from .0025 mm to .005 mm), except one which had two very small nucleoli.

One of the free nuclei was probably the paranucleus of the Infusorigen; one was the central nucleus (.05 mm × .04 mm); the remaining two were the paranucleus and residual nucleus of an Infusorigen that once occupied the portion now filled with loose germ-cells. The still active Infusorigen is destined to leave another residual nucleus, and a tract of loose germ-cells like that seen in the opposite end of the axial cell. Thus the time would come when the entire axial cell would be filled with germ-cells, and such cases are of frequent occurrence.

6. *D. moschatum*, from *Eledone moschata*, Feb. 12. In this Eledone, the size of which was not recorded, not a single individual was found containing vermiform embryos, although the renal organ was very thoroughly searched. Rhombogens and Transitionals were very abundant, and several colonies of extremely long individuals were found. Two cases may be described.

a. A Transitional 5.55 mm long, filled with an enormous number of germ-cells. No embryos nor embryonic stages, nor any trace of an Infusorigen. Only 6 nuclei were seen, but I think one must have been overlooked. These nuclei were located as follows:

(1) 2.30 mm from the head; size .05 mm × .03 mm; no nucleolus.
(2) 2.65 - - - - - .025 mm; 1 nucleolus.
(3) 2.80 - - - - - .03 mm × .02 mm; 1 nucleolus.
(4) 3.10 - - - - - .03 - × .02 mm; 2 nucleoli.
(5) 3.50 - - - - - .045 - × .03 mm; no nucleolus.
(6) 3.65 - - - - - .025 - × .02 mm; 1 nucleolus.

The nuclei were thus distributed along a central tract 1.35 mm long, or about one fourth the entire length. In the hind portion, extending forward to the 3^{d} nucleus, the germ-cells were densely packed; from the 3^{d} to the 2^{d} nucleus they became less numerous; and between the 2^{d} and 1st nucleus only five were found. The anterior portion for about 1 mm is again densely packed with germ-cells, and from this point backward to the 1st nucleus the number rapidly diminishes.

The germ-cells varied from .004 mm to .008 mm in diam.

This individual, judging from the contents of the axial cell, once

Digitized by Google

contained three Infusorigens, from two of which arose the longer, and from the other the shorter tract of cells. One free nucleus was probably concealed among the closely packed cells, and thus escaped notice.

b. A Transitional somewhat less advanced than *a*. The anterior portion was much stretched, and so the length could not be ascertained; but the posterior portion appeared not to have thus suffered.

At a distance of 1 mm from the hind end occurred a large free nucleus (.08 mm × .05 mm); in front of this, extending 1.20 mm, was an Infusorigen with its two series of germs in all stages of development. Next came a long tract of cells, extending through 3.90 mm, densely packed towards the middle; then a tract containing only two free nuclei; and finally, in the anterior end, another active Infusorigen with adjuncts similar to those seen in the posterior Infusorigen.

There were 7 free nuclei in this individual. The germ-cells of the central tract varied from .004 mm to .008 mm.

This specimen differs from *a* in that only one of the three Infusorigens has been replaced by loose germ-cells. Most of the smaller individuals were pure Rhombogens; but some of these also were in different stages of transition.

7. *D. moschatum* from *E. moschata*, April 13. This large Eledone contained many Rhombogens and Transitionals, but, so far as seen, no Nematogens with vermiform embryos.

One individual contained only numerous germ-cells from .004 mm to .008 mm in diam.; in another the germ-cells measured .006 mm to .01 mm, and many were in process of division. In nearly all cases where only numerous germ-cells were present, there were several free nuclei.

In one individual 2 mm long, I found two fully developed Infusoriform embryos, numerous germ-cells of the vermific order scattered from end to end, four free nuclei, and, near the hind end, a free germogen with its residual nucleus.

This Dicyemid had evidently passed a Rhombogenic stage represented by two Infusorigens.

As to the number of free nuclei, although I have never counted more than nine in any Nematogen, I think it probable that the number may in rare cases be as high as seventeen, as I have seen one Rhombogen with eight Infusorigens and nine free nuclei.

As cases of transition occur not only among the shorter individuals but also among the very longest, we may infer that the substitution of the Nematogenic for the Rhombogenic mode of reproduction does not

Digitized by Google

depend on the age of the Dicyemid. I am unable to assign any causes for such a change. Possibly it is in some way connected with the exhaustion of nuclear substance, or some element of this substance.

Germ-cells. — It has already been shown that vermific germ-cells differ, as a rule, conspicuously in size from infusorific germ-cells. In *Dicyema moschatum* I find the cells of the first class about two thirds as large as those of the second class. The average size of infusorific germ-cells, as given by VAN BENEDEN, is .021 mm, while vermific germ-cells are said to vary between .012 mm and .014 mm. As the difference in size between these two kinds of cells furnishes one of the means of recognizing transitional phases, a few cases may here be given, supplementary to those already described.

Dicyema moschatum. — 1. Fig. 62, Pl. 5, represents one of the smallest (.0045 mm), and figs. 63 and 64 two of the larger germ-cells (.0085 mm) found in the same Nematogen. Both of the larger cells had attained their full size and were preparing to take the first step in cleavage, as indicated by the presence of spindle-fibres in the nucleus. These figures were drawn from acetic acid preparations, and care was taken to select such cases as could be said with considerable certainty to be entering upon a developmental, or cleavage division, rather than a multiplicative division.

2. Feb. 9. A small Eledone in which only Nematogens were found. In one individual containing a single embryo, the germ-cells ranged between .004 mm and .010 mm; in another (2.90 mm long) containing several embryos the numerous germ-cells varied between .004 mm and .008 mm. Both individuals were primary Nematogens, as shown by the single free nucleus.

3. Apr. 4. A secondary Nematogen, inclosing numerous embryos, and germ-cells varying between .003 mm and .008 mm. Osmic acid preparation.

4. Apr. 11. A long Nematogen inclosing in the posterior half embryos and germ-cells (.004 mm to .009 mm); in the anterior half numerous fusiform and otherwise elongated cells which were nearly all in process of multiplicative division. To find germ-cells in this condition, it is only necessary to take fresh Dicyemids and examine them while the acid is penetrating. Multiplication by division is certainly not a rare phenomenon although VAN BENEDEN states that he never saw it.

Dicyemennea Eledones. — 1. Mar. 10. A primary Nematogen, 4.2 mm long, contained few embryos and germ-cells scattered along the

Digitized by Google

entire axial cell. Germ-cells (acetic acid) varied between .006 mm and .012 mm; the nuclei of the larger cells averaged .004 mm.

A second primary Nematogen, 1.60 mm long, inclosed no embryos; the germ-cells measured from .004 mm to .010 mm, the nuclei from .003 mm to .006 mm. The germ-cells were not numerous, and occupied only a little more than the middle third of the axial cell.

A third primary Nematogen, 3 mm long, inclosed three fully developed embryos and germ-cells varying between .006 mm and .015 mm with nuclei from .003 mm to .005 mm. Osmic acid.

A fourth primary Nematogen contained one embryo and germ-cells which varied from .006 mm to .014 mm. The larger cells were paler than the smaller ones, and a few inclosed two nuclei. Acetic acid.

A fifth primary Nematogen, 6.55 mm long, contained a few embryonic stages, and numerous germ-cells .006 mm — .014 mm in diam., with nuclei .003 mm — .005 mm in diam. Osmic acid.

A Rhombogen, 4 mm long, contained two Infusorigens with embryonic stages, and three free nuclei.

The mature germ-cells measured .015 mm and their nuclei .008 mm. Acetic acid.

2. Apr. 9. A primary Nematogen .75 mm long. The entire contents of the axial cell seen in fig. 101, Pl. 5. Here are two large round pale cells *vg* (.014 mm in diam.) and smaller cells that are much more coarsely granular. As the large pale cells are also found in Nematogens that contain embryos and numerous germ-cells, it seems to me probable that they are the mature germ-cells, and that they arise from the smaller and darker cells by simple growth.

There is not then much difference in size between the two kinds of germ-cells in this species. The nuclei of the infusorific germs are however here, as in all the species I have examined, conspicuously larger than those of the vermific class.

Dicyema truncatum Apr. 14. Fig. 99, Pl. 5, shows the contents of the axial cell of a young Nematogen .3 mm long. Besides the central nucleus (*ne*), there are five round germ-cells with small nuclei and a large fusiform cell with large nucleus. As I find in another individual (.45 mm long) only the central nucleus and two large fusiform germ-cells, I infer that the small germ-cells in fig. 99 have arisen by division of large fusiform cells.

The infusorigen. — Having traced the history of the Infusorigen from its origin to its dissolution, we may now consider briefly the question which this history raises in regard to its significance. Is it a

Digitized by Google

mere aggregation of indifferent cells completely destitute of all structural unity? or, does it show, for at least a time, a higher degree of coherency and a greater uniformity in the arrangement of parts than could be supposed to exist among cells having no structural relation with one another? If the second question be answered affirmatively, as I think it must, a third question at once arises concerning the degree of individuality exhibited by this body of cells. Is it the individuality of an organ, or of an independent organism? Although there is still much room for doubt on this point, there is certainly good ground for thinking that the Infusorigen represents an individuality of a personal order. Long before suspecting any analogy between the paranucleus and a polar globule, I was struck with the close resemblance of the Infusorigen to the Gastrula of the vermiform embryo. So nearly do they sometimes agree, that only the size and the presence of a paranucleus enable one to distinguish the one from the other. Before ascertaining the history of the paranucleus, and before therefore it could be used as a guide in this matter, I several times met with young Rhombogens whose Infusorigens were such perfect Gastrulae that they were at first mistaken for vermiform stages. Although the fate of the cells of the Infusorigen seemed at first to rob this resemblance of all significance, I am now disposed to admit not only that there is a possibility, but also even a probability that the Infusorigen and the vermiform embryo are co-ordinate forms. That this idea is not wholly fanciful becomes at once evident by comparing the Gastrulae seen in figs. 73, 74, 76 with the young Infusorigens in figs. 109 and 110. If any doubt arise as to whether my figures exaggerate the resemblance, it will probably disappear on consulting VAN BENEDEN's figures 15, 20—24, Pl. 1, and 47 a, 48 b—56, Pl. 3. Fig. 109 represents a Gastrula in form and structure quite as perfectly as Fig. 73. It is an epibolic Gastrula in both cases, consisting of a large central cell partially enveloped by a single layer of smaller cells. Comparing the later stages, figs. 76 and 110, we see that cell-multiplication begins somewhat earlier in the germogen than in the axial cell: but all the essential Gastrula features are still preserved, and the germogen presents most striking analogies with the axial cell seen in the closed Gastrula of fig. 79.

I have never seen the nucleus (n'') of the germogen in process of division, and VAN BENEDEN thinks that it never intervenes in the production of germ-cells. Before we can safely declare that it has nothing whatever to do with this production, we must be able to assign something better than a miraculous origin to the germ-cells. To assert that

Digitized by Google

they arrise de novo; is only a rather immodest way of saying that their origin remains to be determined. That there is some genetic relation between these cells and the nucleus of the germogen appears to me much more probable than any contradictory hypothesis. The points of analogy between the residual nucleus and the central nucleus of the vermiform embryo make it somewhat probable that the first cell, or cells that arise in the germogen are formed at the expense of both the nucleus and the protoplasm. The origin of subsequent generations of cells would then present no difficulty, even if the nucleus henceforth became inactive, as in the case of the nucleus of the axial cell. The passivity of the nucleus would only render the parallel between the germogen and the axial cell still more complete. Whatever be the role of this nucleus, the germogen agrees with the axial cell in being the generatrix of germ-cells, and in containing a nucleus that sooner or later becomes entirely inactive. The comparison is not at all impaired by the interesting difference, that the development of the germ-cells takes place in one case within, in the other outside, the parent cell.

The similarity between the germogen and the axial cell with respect to the formation of germ-cells called forth the following remark from VAN BENEDEN: »Ces germes se forment donc dans les cellules germigènes à peu près comme les germes des embryons vermiformes dans le corps de la cellule endodermique.« I think this statement may be fully correct, although the opinion on which it was based, that the germ-cells in both cases arise, not from pre-existing cells. but as entirely new and independent formations, is certainly incorrect in one case and probably so in both.

It remains to consider to what extent the peripheral cells of the Infusorigen are comparable with the ectoderm of the vermiform embryo. That the peripheral cells pursue the path of ectodermal development for only a short distance and then abandon it altogether in becoming free germ-cells, is certainly a very interesting difference between the two layers; but this fact raises no insuperable objection to their morphological equivalence. It is not incompatible with our present knowledge of functional differentiation, to suppose that a layer of cells which has once played the role of an ectoderm, might, under conditions that render an ectoderm useless, revert to that kind of work to which all others are subservient, namely, reproduction. Such a reversion would not imply any fundamental change in the character of the cells; it would be simply a resumption of a function that had fallen into abeyance, as a result of those specializing conditions which bring about

Digitized by Google

a division of labor by exalting, in one group of cells, functions that are to a greater or less extent complementary to those exalted in other groups. A change of a similar nature occurs when an organism — *Sacculina* for instance, — removed from the struggle for existence by a parasitism that makes food and safty attainable without exertion, undergoes what is called retrogressive metamorphosis. The process of simplification brings the animal to a state in which the dissipation of force is minimized and the reproductive power enormously increased. It matters very little whether we call this process retrogressive or progressive, the result is evidently a great improvement in so far as the propagation of the species is concerned. The same result might be reached in a more direct way by arrest of development. In what other light can we regard Distomatous Sporocysts and Rediae?

It is doubtless exceptional that development should stop short with the Gastrula stage, and that every cell should share the reproductive power; but since the number of cells in the active enjoyment of this power may vary in different animals from one to many, it is certainly not incredible that it should include all, particularly if the organism, halting at a very early stage, begins to reproduce under circumstances of an extremely favorable kind.

When we reflect that in some animals (38, 50) the production of germ-cells is the peculiar work of the ectoderm; and further, that in the historical development of an animal not only may the same organ assume different functions at different times, but also the same function may shift from one set of cells to another (37), the fate of the peripheral cells of the Infusorigen ceases to be any serious objection to the view that they represent an ectoderm.

Although this view is admissible and apparently sustained by the figures of both VAN BENEDEN and myself, the question of its tenability must be decided by the development of the Infusorigen. VAN BENEDEN did not observe the earliest stages of this development, and hence very naturally inferred that the peripheral cells seen in his figs. 15, and 20—24, Pl. 1, and in my figs. 108—110, Pl. 5, arise within the germogen in the same manner as later generations of germ-cells. According to his statements, there is at the outset a large cell (germigène), within which there arise, independently of the nucleus, successive generations of cells that are disposed concentrically around the mother cell. This concentric arrangement is thus explained: »Quand les germes nés dans l'intérieur d'un germigène ont atteint un certain volume, ils se portent vers la surface; le protoplasme qui sépare les germes se contracte, il s'amasse

Digitized by Google

autour du noyau du germigène et par là les germes sont rejetés à la périphérie, puis éliminés. . . . . Dès qu'une première génération a été ainsi expulsée, il s'en forme un seconde; ces nouveaux germes naissent et se développent de la même manière que les premiers; ils sont expulsés à leur tour pour être remplacés par une troisième série, et ainsi les générations nouvelles refoulent peu à peu, de dedans en dehors, les générations plus anciennes. Il en résulte des couches concentriques de germes d'autant plus volumineux qu'ils sont plus loin du centre.« (1, p. 52—53.) Now all this applies to what comes after the stages represented in figs. 108 and 109. These stages are reached by repeated division of the cell *m* in figs. 104, 105; and this cell is not therefore identical with the central cell, or germogen seen in fig. 109 and later stages. The two-cell stage is seen in figs. 106 and 107, *g*. I have seen stages of three, five, six (fig. 108), and ten to twelve cells (fig. 109). I have not succeeded in tracing the origin of the germogen, i. e. I can not say precisely how early it appears. I have not been able to recognize it earlier than the six-cell stage, fig. 108; and in this case I could not clearly distinguish its boundary. In fig. 109, taken from the same individual, its outline is quite distinct and its nucleus very conspicuously different from the nuclei of the peripheral cells. It evidently arises quite early, and is one of the products of the division of the cell *m*. It is also certain that the peripheral cells seen in 108 and 109 continue to multiply by division as late as stage 110, and probably still later. By the time stage 109 is reached, or soon after, the germogen becomes the seat of endogenous cell-formation. How the first cells arise within the germogen, I have not been able to ascertain; but it is probable that they originate in the first instance by a division of the nucleus of the germogen, as is the case in the vermiform embryo. The successive generations might then arise in the same way, or, more probably, by division of the primary germ-cells.

Although my observations on the origin of the Infusorigen leave a number of important points undecided, so much is at least certain, that it does not arise from endogenously formed cells, but from a single cell, through a process of division analogous to, if not identical with, that of cleavage. I am unable to understand this fact on any other hypothesis than that the Infusorigen represents an individuality, of similar rank with the Gastrula of the vermiform embryo. Still I am not fully persuaded that this interpretation is correct. The important point which remains to be cleared up is the origin of the germ-cells within the germogen. If they arise in the same way that germ-cells arise in the axial

Digitized by Google

cell, the parallel between the Infusorigen and the vermiform embryo would be too complete to leave any room for doubt. No explanation can, however, be accepted, which fails to account for the fact that the history of the Infusorigen comprises two distinct periods; namely, a developmental period, in which a gastrula-like body is produced by a process comparable to cleavage, and a reproductive period, in which the germ-cells arise endogenously in a single central cell.

There is another point which must be noticed in this connection. How are we to explain the cohesion of the peripheral cells on any supposition that ignores or denies the individuality of the Infusorigen? If these cells have no organic relation with one another, why do they adhere to the germogen and to each other by plane faces? If there is no bond of union between them more than exists among independent germ-cells, why does there invariably arise a group, like that seen in figs. 109 and 110? Nothing of all this is seen among the germ-cells of the Nematogen. So long as germ-cells multiply by simple division, they show no disposition to arrange themselves into regular groups; the products of division at once separate, and if they come into contact with others, their independence is still attested by their spherical form. The whole axial cell may be crowded with such cells, and nowhere any semblance of an organic assemblage. The cells are like so many marbles confined within a certain area, in free rolling contact. As soon as developmental division begins in any one of these cells, a group is formed, which eventually becomes a vermiform embryo. We have seen also that the Rhombogenic stage is preceded by one in which the germ-cells maintain the freedom characteristic of vermific germ-cells. As soon as one of these cells has eliminated the nucleus-like corpuscle which we have called paranucleus, a kind of developmental division begins and a group is formed to which we have applied the name Infusorigen.

If the Infusorigen arose by endogenous cell-formation, the cohesion of its peripheral cells for a short time would require no further explanation than a mere description of their mode of origin. Their adhesion to each other and to the germogen would be simply the result of mechanical pressure, which further growth would overcome, and thus lead to complete separation. Such, presumably, was the view taken by Van Beneden, since no comments were added to the following statements:

»Ils [the peripheral-cells] ne se détachent que quand ils ont atteint leur complet dévelopement. Tant qu'ils adhèrent au germigène, la surface de contact est plane: les germes ont tous la forme d'une sphère tronquée et le germigène est limité par des faces planes se coupant

Digitized by Google

sous des angles dièdres; les germigène a une forme polyédrique.« (1, p. 53.)

Since the peripheral cells do not — at least in the first instance — arise endogenously, but by division, their cohesion evidently requires an explanation.

If the view here presented be the correct one, an interesting question arises, to which I am unable to give any positive answer. Does the first generation of cells produced by the germogen displace the peripheral cells previously formed by division? In other words, is the peripheral layer of the Infusorigen, in stages later than fig. 110, a product of the germogen? and is this layer replaced as often as a new generation of cells arises within the germogen?

The description given by VAN BENEDEN would answer these questions in the affirmative. I have tried in vain to satisfy myself on this point, but I may remark that such an answer would lead us to suppose that a considerable number of Infusorific germ-cells would come to maturity simultaneously. Fig. 111 represents a typical case, from which I have never seen any very wide departures in young Infusorigens. In this instance, not more than two germ-cells can be said to have reached muturity at the same time. The fact that the stages of development are more and more advanced as they recede in either direction from the Infusorigen, shows plainly that not all of the peripheral cells can arrive at maturity at the same time. So far as I can learn, the germ-cells leave the Infusorigen at maturity, or shortly before, generally one or two at a time. In size and general appearance the ripe germ-cells agree with the larger cells of the peripheral layer, and I see no reason to doubt that they arise directly from this layer. If this be the case, this layer is probably replaced gradually by cells originating in the germogen. The comparison of the Infusorigen in its earlier phases with the developmental stages of the vermiform embryo is not, however, affected by the answer which may be given to these questions.

A Review of the Subject of Reproduction.

The phenomena of reproduction in the Dicyemids are in some respects unique, but, for the most part, not without analogies. It is my object to present here a general survey of these phenomena so far as now known, to interpret them so far as I may be able, and to consider some of their bearings.

We do not yet know how the Dicyemids pass from one Cephalo-

Digitized by Google

pod to another, and hence it remains doubtful whether all, or even the chief events of reproduction take place within the renal organ. Viewed comprehensively, and without reference to detail, what we actually know about this matter may be briefly summed up as follows:

1. Two kinds of embryos, differing very widely from each other in structure, form, size, and development, are set free within the renal organ of the Cephalopod.

2. Both sorts of embryos originate in a single parental form, and not in two unlike individuals as hitherto supposed.

3. The vermiform embryo develops directly into the adult; the fate of the infusoriform embryo remains still a matter of pure conjecture.

4. Although all adult Dicyemids of the same species are alike in structure, and essentially so in form, size, etc., they do not all take a like share in the work of reproduction. Some produce only one kind of embryo, and may therefore be called monogenic; others produce, successively, both sorts of embryos, and on this account may be named diphygenic[1].

5. Both monogenic and diphygenic individuals develop from the same kind of germ-cells, and no distinction between them arises until they begin to reproduce.

6. In monogenic individuals, the germ-cells, after a period of multiplicative division, develop into vermiform embryos.

7. In diphygenic individuals, after a much shorter period of multiplicative division, each germ-cell eliminates a nucleus-like corpuscle, and then develops into the Infusorigen, a group of cells comparable to the Gastrula of the vermiform embryo. From one to eight Infusorigens are found in one Dicyemid. The Infusorigen, after producing a certain number of germ-cells that give rise to infusoriform embryos, resolves itself into cells destined to produce vermiform embryos. The development of both kinds of embryos is completed within the individual which produced the Infusorigen.

The Infusoriform Embryo. — As vermiform embryos develop directly into adult Dicyemids, and as the multiplication of individuals within the host seems to be thus fully provided for, it has been generally assumed that the infusoriform embryo, which is not known to fulfill any co-operative purpose, serves the important end of carrying the species from host to host.

---

[1] διφυης, of a two-fold nature, or form, and γεννᾶν, to produce.

Digitized by Google

KÖLLIKER (4, p. 65) has suggested that this strange embryo may stand in the same relation to an unknown sexual form as *Cercariae* to sexual *Distoma*, and that the Dicyemids are only asexual generations standing between the hypothetical sexual individuals and the infusoriform embryo.

VAN BENEDEN's earlier researches on the Dicyemids led him to the following conclusions: — »J'ai dit plus haut que les *Dicyema* s'altèrent, se désagrégent et périssent dans l'eau de mer. Ceci est vrai non-seulement pour les adultes, mais aussi pour les embryons vermiformes. Quant aux embryons infusoriformes, j'en ai conservé parfaitement vivants dans un verre de montre pendant deux, trois, quatre et même cinq jours, sans qu'ils aient subi, après ce séjour dans l'eau de mer, la moindre altération. Comme je n'ai jamais trouvé dans les reins des Céphalopodes aucune forme de transition entre un embryon infusoriforme et un *Dicyema*, j'en conclus que les *Dicyema* ne se multiplient, dans les corps spongieux du Céphalopode infesté, que par les embryons vermiformes. Mais comment l'espèce se transporte-t-elle d'un Céphalopode à un autre? Puisque les embryons vermiformes ne peuvent vivre dans l'eau de mer, il est clair qu'ils [ne] peuvent servir à propager l'infection parasitaire d'un Céphalopode à un autre. Ce ne peut être que par les infusoriformes que cette transmission s'opère. Je pense donc que les embryons infusoriformes quittent les corps spongieux des Céphalopodes chez lesquels ils sont nés; qu'ils vont à la recherche de jeunes Céphalopodes non encore infestés par les parasites et qu'ils servent ainsi à propager l'espèce d'un individu à un autre. Le passage se fait-il directement ou par l'intermédiaire d'un hôte dans lequel l'embryon infusoriforme accomplirait une partie de son évolution? Est-ce l'embryon lui-même qui se transforme en un jeune *Dicyema* ou bien est-ce le contenu cilié de l'urne qui constitue le germe destiné à reproduire l'espèce? L'embryon infusoriforme se modifie-t-il à la longue dans l'eau de mer et subit-il dans ce milieu des transformations avant d'arriver à l'individu auquel il doit donner le parasite? Ce sont là autant de questions auxquelles je ne puis répondre.« (1, p. 67—68.)

I have made several trials to ascertain how long these embryos would live in sea-water, sometimes keeping them in a watch-glass in a damp chamber; at other times in a glass tube in which the water was supplied with air by an aërating apparatus. A few drops of the renal fluid containing the embryos together with a few Dicyemids were placed in the tube, or watch-glass, and then sea-water added. The infusoriform embryos always swam about very lively on the addition of the

Digitized by Google

water, the larger fore end of the embryo describing a spiral while rotating. In no case have I succeeded in keeping them alive 48 hours. At the end of 24 hours many are usually found dead, or nearly so, the rest surviving only a few hours. The refractive bodies remain apparently unchanged for some time after death and after the disintegration of the other parts. I have not seen that the Dicyemids die sooner than the infusoriform embryos.

If the renal fluid contains a large admixture of sea-water, as maintained by VIGELIUS (52), it is not at all surprising that both embryos and adults live for a considerable time in nearly pure sea-water. But if the infusoriform embryos are able to live much longer than the vermiform embryos and the adults, as VAN BENEDEN's experiments seem to show, this fact alone would establish a very strong probability in favor of the opinion that they serve to carry the species to new hosts. It is possible, however, that the vermiform embryos fulfill this office, in which case the infusoriform embryos could only be interpreted as males. This alternative view is the one now entertained by VAN BENEDEN (2). There can be little doubt that one or the other of these views is correct; but the probabilities are so evenly balanced that it is difficult to become a partisan of either. The researches of GIARD (14—16), METSCHNIKOFF (17—19), and JULIN (20—21) make it clear that the *Orthonectidae* are closely related to the Dicyemids; but the parallel between them with respect to the phenomena of reproduction is not so complete as represented by VAN BENEDEN and JULIN, even if we may assume that the infusoriform embryo is a male. The following summary of conclusions arrived at by JULIN, will show some weak points in the argument from analogy.

1. There are three distinct kinds of adult individuals, one male and two female. Both female forms arise from the eggs of the so-called flat female (»forme aplatie«), the males alone being produced by the cylindrical female (»forme cylindrique«).

2. The distinctions between the females are slight compared with those between the two sexes. Their origin and earlier stages of development are the same, and it is only at a comparatively late date that it becomes possible to distinguish them, by a peculiarity of unknown significance, which appears only in the flat female. This peculiarity arises in the form of a cell-like body located near the anterior end, between the ectoderm and the cell-layer which later becomes the muscular layer. METSCHNIKOFF suggests that this body (»sub-polar cells«) may represent a rudimentary digestive tube.

Digitized by Google

3. Both female forms are oviparous, and produce eggs that are alike in size and general characters: but the mature eggs of the cylindrical female are expelled from the mother, and are completely independent of one another; while those of the flat female are never expelled, but remain united by a granular substance, in small masses that are nothing but fragments of the mother.

4. In both sexes the whole central cell (»globe endodermique primitif«) breaks up, before the close of the blastopore, into cells from which arise later the muscular layer and the numerous germ-cells.

5. Both of the adult female forms are supposed to be able to escape from the host in which they have developed and matured, and to swim free until they meet with a new host into which they may penetrate.

6. Arrived in the new host, the cylindrical female ends its existence in the act of expelling its eggs; the flat female ends by breaking up into fragments which become so many sacs (»Plasmodiumschläuche«, METSCHNIKOFF) each inclosing a number of ova.

7. It is probable that the eggs of the cylindrical female are fecundated at the time of expulsion, »les spermatozoides pouvant être amenés par l'eau«; but it is left entirely undecided whether the eggs of the flat female are fecundated, or develop parthenogenetically.

As to the Dicyemids, nothing in the nature of fecundation has yet been discovered, and presumably nothing of the kind occurs in the monogenic individuals. In the case of the diphygenic individuals, there is perhaps some reason to suspect that fecundation introduces one of the two modes of reproduction. The chief ground for the suspicion is, however, the absence of any other equally plausible explanation of the origin of those peculiarities which distinguish Rhombogenic reproduction.

In his earlier paper, VAN BENEDEN says, — »J'ignore également si la reproduction des Dicyémides se fait exclusivement par voie agame ou si la production des embryons de l'une ou de l'autre forme est précédée d'une fécondation véritable. J'ai observé quelques faits qui me font pencher vers cette dernière alternative. Peut-être la production des Infusoriformes est-elle précédée de la fusion d'une cellule ectodermique avec la cellule endodermique de l'embryon vermiforme.« (1, p. 69.) What these facts are is not stated. Perhaps the supposed variability in the number of the ectodermal cells in the diphygenic individuals was at the bottom of this conjecture.

In this connection an observation may be mentioned, to which I should not hesitate to attribute considerable importance, had it been

Digitized by Google

frequently made. I have met with only four instances. April 8, I found in a large *D. moschatum*, containing vermiform embryos, an enigmatic ciliated body, resembling in shape and size an Infusoriform. I could distinguish the outlines of only a few cells. April 9 I obtained another individual of the same kind (4 mm long), in which, just behind the single free nucleus, a similar body was found. In this case I could distinguish plainly six cells, and the resemblance to an Infusoriform was so close that I no longer hesitated to regard it as such. Again on April 12, I found two of these bodies within the same Nematogen; and under the same cover was another individual in which there was only one such body. In all these cases the bodies were undoubtedly modified forms of Infusoriforms. These four Dicyemids were all obtained from small Eledones, in which most of the parasites were Nematogenic. I was unable, except in one case, to determine whether the axial cell contained more than one free nucleus. The Cephalopods were killed by cutting off the head, and the examinations made immediately, so that I am perfectly certain that I had fresh Dicyemids. I am also equally certain that these Infusoriforms did not originate in the individuals in which they were found, but had penetrated from without, and were fast undergoing alterations, the precise nature of which I could not ascertain. It is possible that such occurrences are not so rare as they now appear to be; and that they have been overlooked either because they are seasonal, or confined to young Cephalopods. If the Infusoriforms be males, then a very probable explanation could be found for these occurrences, and, further, for the fact before noticed, that Nematogenic individuals prevail in young Cephalopods. The species would be carried to new hosts by the vermiform embryos; and after a certain number of parthenogenetic generations, or simultaneously with the females, would arrive the males. The males would penetrate the females, the ova be fecundated, and a generation of vermiform embryos arise, which would develop into diphygenic individuals. This is, to be sure, all conjecture; but it is nevertheless one of the possibilities which it may be advantageous to keep in mind in future investigation of this matter. If, however, there is no fecundation, or if it precede the elimination of the paranucleus, then it would be necessary to regard the five Infusoriforms found in four Nematogenic individuals, as stragglers.

The Infusorigen. — If the Infusorigen represents an individual, as I am strongly persuaded, then it must be regarded not only as a form brought about by arrest of development, but also as one whose personality and independence have been largely sacrificed in the

Digitized by Google

interests of a precocious and all-absorbing reproductive activity. In failing to reach the ancestral condition, it failed also to reach a free and independent existence. It lives, reproduces, and expires within the mother, and its two kinds of offspring are brought to complete development under the protection, if not at the expense, of this same mother, which thus sustains the relations of a host not only to its own children, but also to its more numerous grand-children. Remarkable as such relations certainly are, they present nothing fundamentally new to the helminthologist. The Infusorigen — according to this view — represents an individual which never gets beyond an embryonic condition, but which nevertheless reproduces agamogenetically while enjoying the protection of the parent, the latter holding to the Infusorigen relations similar to those of a Distomatous sporocyst to its Cercarian offspring, or to an intermediate generation of Radiae or sporocysts. That the protection of the parent should extend to the third generation is a phenomenon with which we have been familiar since the investigations of VON SIEBOLD (46) and G. WAGENER (49, p. 768) on *Gyrodactylus*. According to both authorities the fourth generation arises before the birth of the second; and G. WAGENER states that even the fifth generation is already in progress of development by the time the second generation (Tochter) is born. VAN BENEDEN (1, p. 48) says that he has seen a vermiform embryo within a vermiform embryo before the latter escapes from the parent. CARUS mentions an instance of a sporocyst (Amme) containing Cercarian embryos within a larger sporocyst (25, p. 12). The only difference between such cases and the one here considered is, that in the former the successive generations are included the one within the other, and set free in the order of their origin; in the latter the second generation (the Infusorigen) is never set free, and consequently the third generation is thrown directly under the protection of the first. The existence of the Infusorigen has been abbreviated to such an extent that its maternity, so to speak, is practically obliterated, or replaced by that of its own parent. It is hardly necessary to remark that we see here the possibility of a complete extinction of an intermediate generation. The nature and general bearings of such phenomena have been thoroughly and comprehensively discussed by LEUCKART (44, p. 118—153, and 43, p. 81—119).

The production of two kinds of germ-cells by the Infusorigen is an interesting, though not an isolated fact. It is well known that many rhabdocoelous *Turbellaria* produce »summer« and »winter eggs«; and, according to METSCHNIKOFF (19, p. 299—300) and KORSCHELT (39,

Digitized by Google

p. 399), there are two distinct kinds of ova in *Dinophilus*, the smaller of which develop into the extremely small males, the larger, into females. Precisely the same sexual differentiation occurs in the summer eggs of Rotifers. Whether the difference betwen the two kinds of germ-cells of the Infusorigen is one of sex or of generation, is a question which I cannot answer. The comparison before introduced between the Dicyemids and the Orthonectidae does not reveal a resemblance sufficiently close to serve as a guide in this matter. After the discovery of two females in the Orthonectidae by JULIN, the parallelism between the evolutionary cycles of these parasites and the Dicyemids appeared to be complete, provided the Infusoriform could be regarded as a male. So complete seemed the analogy in other respects, that VAN BENEDEN did not hesitate to adopt this view of the Infusoriform and to incorporate it in the table of classification appended to his last paper (2).

While I see no insuperable objection to such an interpretation, and fully concede that the history of the contents of the urn, so far as known, renders it plausible, still decisive evidence is wanting, and the argument from analogy is far from being satisfactory.

In neither of the two female forms described by JULIN do we find anything comparable with the Infusorigen, nor anything at all resembling the transitional phenomena before stated. The »cylindrical female« produces males, and can not therefore be said to correspond to monogenic Dicyemids which produce females, nor to diphygenic Dicyemids which produce Infusorigens, or, — passing the Infusorigens — females and Infusoriforms. The »flat female« produces a dimorphous female progeny, and cannot therefore be compared with diphygenic Dicyemids, unless the Infusoriforms are females; nor with monogenic Dicyemids, unless the offspring of the latter be of two kinds. Some of the offspring become monogenic, others diphygenic; but it is by no means certain that this distinction originates in a difference of individuals. There is nothing in their origin and development, nor in their adult form or structure, which authorizes the opinion that they are unlike. Still it must be admitted that monogenic and diphygenic individuals may be primarily distinct, since we do not yet know what determines the germ-cells in one case to develop into vermiform embryos, and in the other, into Infusorigens. However this may be, the parallelism between the »cycle evolutif« of the Orthonectidae and that of the Dicyemids is not sufficiently complete to enable us to decide on the nature of the Infusoriform.

Digitized by Google

Chapter III.

The Development of the Vermiform Embryo and the Origin of the Germ-cells.

With respect to the cleavage and the formation of the epibolic Gastrula, my observations differ but little from those of VAN BENEDEN; but I am unable to confirm his statements on the origin of the germ-cells and on the relation of the »oral pole« to the blastopore.

The first cleavage of the germ-cell always, so far as I can judge, results in two unequal parts, as seen in fig. 61 (*D. microcephalum*) and fig. 65, Pl. 5 (*D. moschatum*). The same is true of the Orthonectidae according to JULIN. It often happens that one finds germ-cells divided into two equal parts, but I believe these are all cases of multiplicative division, not of cleavage. The cleavage is introduced by the formation of a karyolytic figure (fig. 63), in which I have been unable to recognize polar asters. I have reason to believe, however, that these asters are present even where they seem to be wholly wanting[1]. The spindle-fibres are found in the central as well as the peripheral portions of the nuclear area (See optical section, fig. 64), similarly as shown by MARK in the egg of Limax (45, p. 229). The two cells resulting from the first cleavage increase considerably in volume before the second cleavage, and they do not divide simultaneously. I am not able to say with certainty which cell divides first, but probably it is the smaller. The three-cell stage is followed by a four-cell stage, in which the two pairs of cells lie et right angles (figs. 69 et 70). One of the four cells — the larger — soon takes the position seen in fig. 71, the other three cells forming a sort of cap. At this stage the smallest of the four cells is quite as large as the original germ-cell. From the interesting fact that the volume increases as the cleavage advances[2], we may infer that considerable intervals elapse between successive cleavages. The large cell takes no further part in the cleavage, but becomes gradually enveloped as the number of cells in the ectodermal cap increases.

An optical section of the eleven-cell stage (fig. 74) shows the large central cell inclosed in an ectodermal mantle, which is open only on one side. Figs. 76 and 77 represent an optical section and a surface view of

[1] In the germ-band period of Clepsine, I find many small cells in which the karyolytic figures, seen from one side, show only the spindle: in others, where the figurs are cut obliquely, the asters are distinctly visible.

[2] JULIN has observed the same in the Orthonectidae.

Digitized by Google

the Gastrula just before the close of the blastopore. I find in most cases that the ectodermal cells multiply more rapidly on one side of the blastopore than elsewhere (fig. 78), and this leads to the asymmetrical pyriform shape seen in figs. 80, 81 and 87. As the blastopore closes, the embryo lengthens and becomes more or less obtusely pointed at the blastoporal end. The broader end corresponds to the cephalic pole of the adult, and the pointed end to the opposite pole.

VAN BENEDEN states that the anterior pole (»pôle oral«) corresponds to the blastopore (1, p. 48), and JULIN maintains the same for the Orthonectidae. On this point JULIN's statements are self-contradictory, as the following citations plainly show: — »A ce moment (fig. 15 et 16), l'ectoderme est constitué par huit cellules disposées en deux rangées: la première rangée, constituant l'extremité antérieure de l'embryon futur, est formée par deux cellules; l'autre rangée est représentée par six cellules.« (21, p. 24.) In a footnote of the succeeding page occurs the following remark: »Bien qu'il soit impossible de décider d'une façon positive si le blastopore chez l'embryon de *Rh. Giardii* est situé au pôle antérieur ou au pôle postérieur, ainsi que le démontrera la suite du développement, cependant, par analogie avec ce qui existe chez la femelle, où bien manifestement le blastopore est situé à l'extremité antérieure de l'embryon, nous admettons qu'il doit en être de même chez le mâle.« With reference to the female forms, JULIN thinks that his figures 6, 7, 9, 10, 11, 12 and 13, Pl. 3, lead to the conclusion that »c'est à l'extremité antérieure de l'embryon que les cellules ectodermiques se rejoignent pour constituer une couche complète autour de l'endoderme. Le blastopore est donc situé chez la femelle à l'extremité antérieure du corps« p. 30. I confess that I am unable to see how the figures referred to establish the conclusion. The two caudal cells are seen in Dicyemids as early as the stage represented in fig. 88; and it is about this time, or a little later, that the whole number of ectodermal cells are present. With few exceptions (fig. 90) the anterior end of the embryo maintains a width equal to that of any portion of the body, as seen in figs. 91 and 92. The hind end, on the contrary, preserves a somewhat pointed form. The fully formed embryo (fig. 1, Pl. 1) still shows the same backward taper seen in fig. 91. The axial cell lies at first in the fore part of the embryo (figs. 86, 88, 89), the caudal cells forming a solid mass; but it gradually elongates into the caudal portion. Cases like fig. 90, led me at first to think that the polar cells develop from the pointed end of the embryo; but a careful examination of many embryos between the stages

Digitized by Google

represented in fig. 78 and fig. 91, has fully satisfied me that the broad end of the pyriform embryo (upper end in the figures) corresponds to the cephalic pole of the adult; in other words, that the main axis of the Gastrula coincides, with that of the complete animal. If JULIN's conclusion be correct, then we have to admit a remarkable difference in two cycles of development otherwise closely similar.

The Origin of the Germ-cells. — The first germ-cell appears after the clase of the Gastrula, about the time the pyriform stage is reached. The nucleus, of the central cell undergoes a karyolytic division (figs. 8. and 85), the plane of division being at right angles to the axis of the embryo. Two nuclei are thus formed, the larger of which takes nearly a central position in the mother cell, the smaller lies near the hind end of this cell. I can not say whether during the division of the nucleus a portion of the protoplasm of the central cell is actually split off, or whether the protoplasmic body of the germ-cell forms endogenously. I have seen no case in which the nucleus of the germ-cell was free, and it seems probable that immediately after its formation an area of protoplasm becomes delimited around it. The body of the germ-cell differs in its appearance from the protoplasm of the central cell, being less granular and somewhat darker[1]. The second of the primary germ-cells makes its appearance at the fore end of the central cell, or, as we may now call it, the axial cell (fig. 89). I have seen but one case in which the second germ-cell lay behind the central nucleus. Although I have not succeeded in tracing the origin of this cell to the nucleus of the central cell, I think there can be little doubt that it arises in precisely the same manner as the first. The central nucleus takes no further share in the formation of germ-cells. From these two primary germ-cells arise all the germ-cells that appear later in the axial cell. Sometimes before, but generally soon after birth, multiplicative division begins, each of the primary germ-cells dividing into two (fig. 95). Frequently, perhaps always, the posterior cell divides first (fig. 94). After each division the resulting cells consume some time in growth before again dividing. In fig. 96, the posterior pair of small cells have arisen by the division of a cell like the large cell immediately in front of them. In fig. 97, two such pairs of cells are seen. Thus there is a slow multiplication of germ-cells going on during the growth of the embryo into the mature form.

[1] These appearances remind me of the formation of germ-cells in Triton, as described by Mr. IWAKAWA of Tokio (36, p. 267).

Digitized by Google

In the male Orthonectidae, a single cell is formed at each pole of the central cell, and these cells multiply subsequently by division, and eventually produce a layer of muscle-fibres that envelop the central cell, or its products. Although these cells do not serve as germ-cells, they are ontogenetically comparable with the primary germ-cells of the Dicyemids.

So far then as concerns the germ-cells of the vermiform embryo, their origin must be referred to the central or axial cell, the nucleus of which participates only in the formation of the first two. There is every reason to believe that the infusorific germ-cells have also a genetic relation with the nucleus of the germogen, although this point has not yet been established.

The account given by VAN BENEDEN with respect to the origin of the vermific germ-cells is as follows: — »Les germes des embryons vermiformes se forment par voie endogène. Ils naissent isolément, souvent loin de tout germe préexistant, dans le reticulum de la cellule axiale. Ils apparaissent sous forme de petits corps sphériques à contour bien défini. Ils sont d'abord homogènes et ils présentent à leur centre un petit globule punctiforme. Le contour devient progressivement plus épais; bientôt on distingue autour d'un noyau plus clair, nucléolé à son centre, une zone peu épaisse d'une substance plus foncée. Cette zone s'epaissit progressivement et devient le corps de la cellule-germe.« (1, p. 41.) Again on page 43 he says, »Je crois pouvoir affirmer que tous les germes, chez les Nématogènes, se forment de cette manière. Jamais on ne trouve de germes en voie de division, si ce n'est ceux qui, arrivés à leur complet développement, se fractionnent pour donner naissance à un embryon.« As before pointed out, VAN BENEDEN maintains the same mode of origin for the infusorific germ-cells.

No observations, were made in regard to the formation of germ-cells in the Heterocyemids (2, p. 203).

Endogenous Cell-formation. — The terms »free« and »endogenous« have each been used in two very different senses: they have been applied to nuclei and cells which arise within other cells, either (1) by division of the nuclei of the parent cells, or (2) independently of pre-existing nuclei, as formations de novo. To avoid ambiguity, it will be well to restrict the use of the word endogenous to cases of the first kind, and to employ, for the second, the word neoplastic.

It is a well established fact that cells arise endogenously in a very large number of cases among both plants and animals. The literature on this point has, in part, been noticed elsewhere (51). On the other-hand, the cases in which nuclei, or cells, have been affirmed to have a neoplastic origin (»autoplastic«, LANKESTER, 42) are much less numer-

Digitized by Google

ous, though not rare. One thing is observable in respect to these assumed neoplastic formations, that their number is constantly diminishing. It has happened over and over again that nuclei claimed to be neoplastic, have turned out, on re-examination with better methods, or with greater care, to be nothing more than ordinary endogenous nuclei. This has occurred so frequently, that it would now not be very rash to predict that another decade will completely exhaust the list. As to the cases still remaining, it is very clear that the best evidence for them is the want of evidence against them. STRASBURGER (47, 48), who among botanists, has given most attention to this subject, and who in his earlier writings maintained neoplastic nuclei to be of very general occurrence, now thinks that nothing of the kind occurs in the vegetable kingdom. MARK, who has recently reviewed this question, considers it »extremely doubtful whether new nuclei arise in animal cells without the least visible connection with the nuclear substance of preexisting nuclei.« (45, p. 545.)

Where the contrary has been asserted, as in the regeneration of epithelium (28), *Gregarina gigantea* (23), ciliated spores of *Acineta divisa* (30) [1], infusorific germ-cells of Dicyemids, etc., the negative results must be attributed either to over-hasty examination, or to exceptional difficulties in the way of obtaining reliable information.

Chapter IV.

Systematic Affinities.

KROHN and ERDL expressed no definite opinion on the systematic relations of the Dicyemids. In a review of the helminthological productions of 1843 and 1844 (12), SIEBOLD records his opinion in the following words.

»Ref. möchte diese sonderbaren Wesen mit ihrem infusorienartigen Inhalte für die schlauchartigen Larven eines dem Generationswechsel unterworfenen Thieres halten. Derselbe kann dabei nicht umhin, auf die Ähnlichkeit dieses infusorienartigen Inhalts mit den räthselhaften, von JOH. MÜLLER [2] beschriebenen ungeschwänzten Psorospermen aufmerksam zu machen.« p. 247.

The production of two kinds of embryos by Dicyema led KÖLLIKER

[1] R. HERTWIG (33) states that the nuclei of the spores are derivative.

[2] »Über eine eigenthümliche krankhafte parasitische Bildung mit specifisch organisirten Samenkörperchen.« MÜLL. Arch. 1841, p. 477.

Digitized by Google

(4) to regard them. not as completely developed animals, but as larval forms, comparable with the sporocysts of Trematodes. »Gestützt auf STEENSTRUP's Beobachtungen, dass bei den Distomen aus dem ursprünglichen Embryo ein erster Keimschlauch hervorgeht, in diesem eine Menge ganz gleicher Keimschläuche der zweiten Generation sich bilden und erst in diesen in ihrer Form abweichende Thiere, Cercarien, entstehen, die endlich in wahre Distomen sich umwandeln, ließe sich annehmen, dass die Mutterthiere von *Dicyema* mit wurmartigen Embryonen, welche letztere wieder zu ähnlichen Mutterthieren werden, Keimschläuche der ersten Generation oder Großammen sind, die wurmartigen Embryonen dagegen und die Mutterthiere mit infusorienartigen Embryonen den Ammen entsprechen, und endlich die infusorienartigen Embryonen mit den Cercarien auf einer Linie stehen.« p. 64—65. Three facts are mentioned as opposed to this view: namely, (1) it has not been shown that the Dicyemids, arise from true ova; (2) the infusoriform embryos have not the least resemblance to Cercariae; and (3) there are no indications of a transformation of the infusoriform embryo into a sexual animal. Still KÖLLIKER holds it highly probable »dass *Dicyema* nur ein jugendlicher Zustand eines anderen Thieres, sei es nun eines Entozoon oder vielleicht einer Planarie, Nemertine, u. s. w. ist«.

»Bei jedem Dicyema,« says WAGENER (5, p. 363), »bemerkt man zu beiden Seiten des Leibes zwei helle durchsichtige Streifen, welche keine Verbindungen unter einander zeigten und am Kopfe und Schwanze sich nicht weiter verfolgen ließen. . . . . Es erinnern diese gefäßartigen Streifen an ein ähnliches Organ bei den Nematoden.«

CLAPARÈDE (6 and 7) held the Dicyemids to be Infusoria, nearly allied to the *Opalinidae*.

P. J. VAN BENEDEN (13) finds resemblance between them and the *Gregarinae*.

LANKESTER (8, p. 96) says, »they are clearly not Infusoria, but a degraded form of worm, being multicellular in structure«. This opinion is still adhered to in his »Notes on Embryology and Classification«, p. 44 and 45.

HUXLEY (35), without distinctly pledging himself to the view maintained by ED. VAN BENEDEN, says, »Prof. E. VAN BENEDEN has proved that these parasites cannot be dismissed, sans façon, as retrogressively metamorphosed 'worms'; and though I am not disposed to attach much weight to the absence of a mesoderm, on which VAN BENEDEN insists as a distinction between the *Dicyemida* and the

Digitized by Google

Metazoa, the manner in which the contents of the axial cell give rise to germs is so completely unlike anything which is known to obtain in the *Metazoa*, as, to my mind, to justify the separation of the *Dicyemida* from the whole of this division.« p. 676.

GEGENBAUR (31, p. 257) has expressed the opinion that the Dicyemids belong to the »Entwickelungskreise von Plattwürmern (Cestoden oder Trematoden).« In the last edition of his '*Grundriss d. vergl. Anat.*', he regards the Dicyemids as simple Metazoic forms, maintaining that the chief distinction between a Metazoon and a Protozoon lies, not in the plurality of cells, but in the arrangement of the cells in layers of different functional value. »Der Organismus von Dicyema zeigt sich somit als ein zweischichtiger mit functioneller Scheidung der beiden Schichten, davon die innere die morphologisch geringste Differenzirung besitzt, indem sie nur aus einer einzigen Zelle besteht. Ob darin ein primitiver Zustand sich ausspricht, ist jedoch desshalb nicht völlig sicher, weil die parasitische Existenz der Dicyemen die Rückbildung eines mehrzelligen Entoderms bedingt haben kann.« p. 72—73.

GIARD (15, p. 461) thinks there can be no doubt that both the *Orthonectidae* and the *Dicyemids* belong to the phylum of the Vermes. With reference to the question of degeneration, and the position to be assigned to these two classes of parasites in the genealogical table, he remarks, — »Les *Orthonectida* doivent occuper dans ce tableau une place inférieure aux *Dicyemida*. Ces derniers sont évidemment très dégradés par le parasitisme. Leur organisation a dû être autrefois bien plus élevée qu'elle ne le paraît aujourd'hui. Le tégument renferme d'une façon très évidente (*Dicyema* de la Seiche) les bâtonnets si caractéristiques de la peau des Turbellariés, et l'embryon présente un organe très complexe, l'urna; rien de pareil ne s'observe chez les *Orthonectida*.«

BALFOUR (22, p. 111) observes, — »Till the further development of the infusoriform embryo is known, it is not possible to arrive at a definite conclusion as to the affinities of this strange parasite. VAN BENEDEN is anxious to form it, on account of its simple organisation, into a group between the Protozoa and the Metazoa. It appears however very possible that the simplicity of its organization is the result of a parasitic existence; a view which receives confirmation from the common occurrence of the process of endogenous cell-formation in the axial hypoblast cell. It has been clearly shewn by STRASBURGER that endogenous cell-formation is secondarily derived from cell-division; so that

Digitized by Google

the occurrence of this process in Dicyema probably indicates that the hypoblast was primitively multicellular.«

With reference to the attempt to set up a mesozoic type for the reception of the Dicyemids, CLAUS (26, p. 201) speaks as follows; — »Indessen scheint diese Deutung der höchst merkwürdigen Dicyemen gewissermaßen als rückgebildete Gastraeaden mit einer einfachen Entodermzelle durchaus ebenso hypothetisch, als die Aufstellung eines Mesozoentypus auf Grund des Dicyemidenorganismus willkürlich und unhaltbar.«

METSCHNIKOFF (19, p. 299) thinks that the Dicyemids and Orthonectidae are not very closely related; but regards both as degraded worms, and calls attention to the similarity between the Orthonectidae and Dinophilus in respect to a very pronounced sexual dimorphism.

LEUCKART (43, p. 95—96) holds that both classes of parasites are closely related, and that they can be included among the Trematodes. After describing the embryos of *Distomum hepaticum*, he says, — »Die Würmchen, welche ich hier beschrieben habe, erinnern in so vieler Hinsicht an die von GIARD und METSCHNIKOFF bei Ophiuren und Turbellarien beobachteten Orthonectiden, dass ich kein Bedenken trage, diese merkwürdigen, mehrfach, wie die verwandten Dicyemiden, als Übergangsformen der Protozoen zu den vielzelligen Organismen betrachteten Schmarotzer unmittelbar an unsere Embryonen anzuknüpfen und der Trematodengruppe zuzuweisen. Dass dieselben niemals über den Embryonalzustand hinaus sich entwickeln, vielmehr Zeitlebens in diesem verharren und durch geschlechtliche Differenzirung der Keimzellen zu männlichen und weiblichen Individuen werden, kann uns in dieser Auffassung um so weniger beirren, als die geschlechtsreifen Entozoen der niedern Thiere, wie ich das an einem andern Orte des Nähern aus einander gesetzt und in seinen Consequenzen dargelegt habe[1], ihrem morphologischen Werthe nach fast sämmtlich auf mehr oder minder weit entwickelte Jugendformen sich zurückführen lassen.«

Nearly all the authorities thus far cited concur in the opinion that the Dicyemids are worms, and regard them as degenerate or arrested forms, which may be definitive, or only one of a cycle of generations. Quite an exceptional position has been taken by ED. VAN BENEDEN (1 and 2); and although his views have not, so far as I am aware, been accepted by any one except his pupil, JULIN, they are certainly entitled

[1] 'Parasiten', 2. Aufl. 1880. Bd. I, p. 149.

Digitized by Google

to special consideration, inasmuch as they are based on personal observations of a very important character. According to VAN BENEDEN, the Dicyemids can not be included in either of the two great divisions of the animal kingdom. They are not *Protozoa*, because they are pluricellular, and develop from a single cell by a process of division; nor, since they never develop more than two germ-layers, can they be *Metazoa* which are all triploblastic. The Dicyemids, says VAN BENEDEN, show no trace of a mesoderm; and if they were included in the Metazoic division of animals, »il faudrait modifier la définition du Métazoaire. Si même, faisant abstraction de ce caractère, on recherche s'il existe parmi les Métazoaires un groupe qui, soit à raison de son organisation, soit par son développement, présente quelques affinités avec les Dicyémides, on arrive à une conclusion négative . . . . . L'organisation des *Dicyema* est beaucoup plus simple que celle de tous les Métazoaires connus: ils sont formés d'un fort petit nombre de cellules accolées entre elles et vivant ensemble pour former une individualité de second ordre. Ils ne possèdent aucun organe différencié ni aucune cavité interne. De ce chef, les Dicyémides sont inférieurs aux Metazoaires. Leur pluricellularité les élève au-dessus de tous les Protozoaires; il convient, ce me semble, de leur donner une place intermédiaire et de créer pour eux un embranchement des *Mésozoaires*.

»Nous sommes conduits à la même conclusion si nous prenons en considération le développement de l'embryon vermiforme des Dicyémides. A un moment donné de son évolution ontogenique, le Dicyémide est une véritable *Gastrula*, formée par épibolie, chez laquelle l'endoderme est représenté par une cellule unique. L'organisme complétement développé n'est que cette même *Gastrula* agrandie, chez laquelle le blastopore s'est fermé. . . . . La Gastrula des Dicyémides est comparable à cette *Gastrula* épibolique des poissons osseux. Chez un Dicyémide l'endoderme reste constitué par une cellule unique, pendant toute la durée de la vie.

»Les Dicyémides sont donc construits sur le type de la *Gastrula*, et comme cell-ci apparaît dans le cours de l'évolution des Métazoaires avant cette autre forme qui se caractérise par l'existence de trois feuillets cellulaires, il est clair que les Dicyémides sont inférieurs aux Métazoaires et ils justifient tant au point de vue de l'évolution qu'au point de vue de l'organisation l'etablissement d'un embranchement des *Mésozoaires*.« (1, p. 91—93.)

In his Contribution to the Natural History of the Dicyemids, just published, I find no retraction of any of the above statements. Although

Digitized by Google

recognizing the fact established by the HERTWIG's (34), that the formations which arise between the ectoderm and endoderm do not have the same morphological value by all Metazoa, VAN BENEDEN still maintains that the Dicyemids are clearly distinguished from each of the three metazoic divisions, *Coelenterata*, *Pseudocoelia*, and *Enterocoelia*, since they present neither mesenchym nor coelomic lamellae, nor even a structureless layer of any description between the ectoderm and endoderm.

As to the possibility of degeneration by parasitism, we are told that »dans le développement d'un Dicyémide, rien n'indique une dégénérescence et le fait du parasitisme ne suffit pas pour affirmer une rétrogradation«. (p. 219.)

JULIN's interesting researches on the Orthonectidae (21) have led him to the conclusion that these parasites are very closely allied to the Dicyemids, as shown both by their developmental history and their adult structure. As to the necessity, or propriety, of establishing a middle, or mesozoic division of the animal kingdom, JULIN adopts, without reserve, the opinion of VAN BENEDEN, claiming that the Orthonectidae as well as the Dicyemids are diploblastic animals, and as such must be separated from the Metazoa.

VAN BENEDEN (2) has described two rare and peculiar forms, *Conocyema polymorpha* from *Octopus vulgaris*, and *Microcyema vespa* from *Sepia officinalis*, to which he has given the family name *Heterocyemidae*. The Dicyemidae and the Heterocyemidae unite to form the order, *Rhombozoa*; and the *Rhombozoa* with the collateral order, *Orthonectida* constitute the new type, *Mesozoa*.

Such is the imposing edifice of names placed on the backs of two minute parasites whose life-history is still, in some of its chief features, a complete enigma. Although our knowledge of the Dicyemids and the Orthonectidae is not sufficiently complete to enable us to point out with certainty their proximate allies, it is nevertheless ample enough for forming a tolerably clear notion of their more remote affinities. VAN BENEDEN contends that these animals cannot be included among the Metazoa, without modifying the definition of the latter. One might ask, what possible objection can there be to a modification of this definition? So far as the mesoderm is concerned, the necessity for a modification has already arisen; and I see no reason why the definition of *Metazoa* should be less elastic than that of *Mesozoa*, which has just been remodeled for the reception of the *Orthonectidae*. Every question of this kind has at least two sides, the theoretical and the practical. The idea of a mesozoic type is, in itself, unobjectionable. No one will deny that there

Digitized by Google

is a gap between *Protozoa* and *Metazoa* as now defined; and no one could object to seeing it filled. Between the homoblastic and the diploblastic[1] condition there is a distance that has not yet been measured; and I think few will deny that it is immensely greater than that which now separates the triploblastic from the diploblastic state. The nature of this gap has been indicated by GEGENBAUR, in placing the distinction between *Protozoa* and *Metazoa*, not in the number of cells, but in the arrangement of the same in distinct layers of different functional value. From this point of view it is obvious that the hiatus can not be filled by such animals as the Dicyemids and Orthonectids.

VAN BENEDEN denies the existence of a mesoderm in either of these parasites, and on this ground alone attempts to justify the creation of a new type. Even if this denial were well founded — and I believe it is not — diploblastic animals could not bridge over the gulf between *Protozoa* and *Metazoa*; and if a new type be admitted for such animals, what would be done in the event of the discovery of a Blastula?

If diploblastic animals be defined as animals composed of two cell-layers, and triploblastic animals as having three distinct cell-layers, the distinction between the two would certainly be great; but the moment we insist on extending the meaning of the word mesoderm so as to include the *mesenchym* and a *gelatinous lamella* entirely free from cells, we virtually acknowledge that no broad line of distinction can be maintained. Now this is precisely what VAN BENEDEN has been compelled to do in order to bring his views into harmony with the conclusions reached by the HERTWIGS. If, on the other hand, we adhere to the definition of the mesoderm as a cell-layer which arises between the ectoderm and endoderm during the earlier stages of development — not as the result of an ulterior histological differentiation — then it becomes necessary to include both diploblastic and triploblastic animals in the metazoic group, and the idea of a didermic Mesozoon is left without »a local habitation«. It appears to me then — even on the supposition that these parasites are strictly diploblastic — there are no adequate grounds for separating them from the Metazoa; and it is quite impossible to allow that they represent forms »*qui ont fait la transition entre les Protozoaires et les Métazoaires*«.

But is there no trace of a mesoderm in the so-called Mesozoa? I

---

[1] This terminology is borrowed from Lankester, »On the Germ. Layers« etc. 'Ann. Mag. Nat. Hist.' 1873.

Digitized by Google

fail to see what better evidence of the existence of such a lamella could be brought than has already been produced by JULIN; and I can not therefore accept the interpretation which he has given to the »cellules intermediaires«. On this point JULIN remarks, that »we find in certain Metazoa a formation quite similar to that of the muscular layer of the Orthonectidae, — a formation which is, however, completely independent of that of the mesoderm and has nothing to do with the latter. The muscles of the Orthonectidae consist only in a histological differentiation of the superficial layer of the endoderm. It is something analogous to what takes place, according to the observations of the HERTWIGS, in the formation of the muscular tissue of the Actiniae. Here also, 'es sind allein die epithelialen Begrenzungsschichten, aus welchen sich die für die höhere Entwicklung des Organismus so überaus wichtigen Elemente, die Muskel-, Nerven- und Sinneszellen differenziren' (34), and this formation has nothing in common with the mesoderm, which consists of a mesenchym composed solely of a gelatinous substance«. (21, p. 42.) Then comes the following important statements. »La seule différence, qui existe entre les éléments musculaires des Actinies et ceux des Orthonectides, consiste en ce fait que, tandis que chez les premiers ces éléments restent, pendant toute la durée de la vie, en continuité directe avec les cellules endodermiques qui leur ont donné naissance, chez les seconds, au contraire, ces éléments se distinguent des autres cellules endodermiques à une phase plus ou moins reculée du developpement. Cette différenciation d'une partie des cellules endodermiques en cellules musculaires se fait beaucoup plus tard chez la femelle que chez le mâle de *Rh. Giardii*.« (p. 42—43.)

To my mind, JULIN has shown conclusively that the Orthonectidae have a veritable mesoderm, — a distinct cell-layer, arising between the entoderm and ectoderm at an early period of the development, not as the result of a histological differentiation, but prior to and independent of such differentiation. In the male, these cells arise at the two poles of the endodermic cell; and the fact that they do not form a complete envelope around the central cell or cells until after they have undergone a fibrous differentiation is of course no objection whatever to the view I have taken. In the case of the female, the mesoderm (»couche superficielle de l'endoderme«, JULIN) forms a complete envelope around the endoderm (»masse endodermique centrale«, JULIN), and this long before the appearance of any muscular differentiation. To affirm that this cell-layer is not a mesoderm, and at the same time maintain that

Digitized by Google

a gelatinous lamella entirely devoid of cells is a mesoderm, is the somewhat singular position now occupied by VAN BENEDEN and JULIN. That JULIN's denial of a mesoderm is not easily reconciled with his account of the origin of the muscle-fibres, has, if I mistake not, been quickly perceived by VAN BENEDEN. My ground for so inferring is the fact that VAN BENEDEN has not allowed these statements to pass without a demurrer. »Il est à remarquer,« says VAN BENEDEN, »que rien dans les recherches de M. JULIN, ne prouve que cette couche cellulaire engendre les fibrilles, loin d'établir qu'elle est tout entière employée à la formation de ces fibrilles..... Si réellement, ce qui ne me paraît pas prouvé, ces fibrilles sont des dépendances de ces cellules, il me semble bien plus probable que celles-ci, après avoir donné naissance aux fibrilles et avoir affecté temporairement le type épithélio-musculaire, se transforment en oeufs tout comme les cellules axiales.« (2, p. 221.)

According to this view, the endoderm of the Orthonectidae differentiates early into two distinct parts, a central mass of cells and a superficial cell-layer interposed between the central mass and the ectoderm. The entire central portion is converted into sexual products: the superficial layer imitates for a short time an epithelio-muscular layer; but it maintains this character only transiently, for its epithelial portion soon becomes sexual cells, and the persistent muscular portion thus becomes an independent layer. JULIN's view differs from this only in one point; he holds that the entire superficial layer is converted into the muscular layer. VAN BENEDEN finds it difficult to accept JULIN's conclusion in this particular, since the muscular layer is exceedingly thin, while the superficial layer itself is very thick. »How can we admit,« he asks, »that a layer so thick as the range of cells subjacent to the epidermis of larvae like those which are figured (Pl. 3, figs. 8—13, JULIN), is wholly employed in the formation of these fibrils?«

For my part, I see nothing incredible in the opinion that this entire superficial layer, after becoming gradually thinner by a process of atrophy, should eventually take the form of a thin muscular layer. It is of course possible that only a part of its cells assume the muscular form, the rest becoming sexual products. Either of these views seems to me more probable than the ingenious theory of a transient epithelio-muscular stage. The assumption of the reproductive function by a part of these cells is a possibility which recalls our attention to a point incidentally mentioned before. I have compared the two primary germ-cells in the vermiform embryo of a Dicyemid to the two primary cells that arise at the poles of the central cell of the male Orthonectid.

Digitized by Google

In both cases these cells arise from the two poles of the central or axial cell. In the Dicyemids they lose their polar position and wander into the central cell; in the Orthonectidae, they maintain their original position. The fact that these polar cells become muscle-fibrils in one case, and germ-cells in the other, is no objection to the opinion that they are morphological equivalents. It is on this ground that the *Dicyemids* may be said to have a transient triploblastic stage, represented by an ectodermal layer, an axial endodermic cell, and two intermediate mesodermic cells derived from the two poles of the endodermic cell.

In the Orthonectidae there is a great reduction of the mesoderm by atrophy, or otherwise, during the course of development; and there can be little doubt that this reduction stands in correlation with an increased reproductive activity. In the Dicyemids we see an abridgment of the same process in the fact that no permanent mesoderm ever comes to development.

Thus far no objection has been raised to the creation of a middle division of the animal kingdom on the ground that all the assumed representatives of this division are parasites. But I think this must be admitted to be one of the unfortunate aspects of the case, although we may not be able to point to undeniable evidence of degeneration. But who will venture to assert that, before applying the hypothesis of »degenerative evolution«, it is indispensable to find unmistakable marks of degeneration, such as are seen, for example, in the development of *Sacculina*, *Lernaeocera*, *Barnacles*, etc.? That this hypothesis admits of a very wide application to the simpler forms of life has been made sufficiently clear by DOHRN (27) and LANKESTER (40). When we find an animal in the form of a simple sack, filled with reproductive elements, secured by position against enemies, supplied with food in abundance, and combining parasitism with immobility, we have strong reasons for believing that the simplicity of its structure is more or less the result of the luxurious conditions of life which it enjoys, even if its development furnishes no positive evidence of degeneration.

As to the systematic position of the Dicyemids, I see no good reason for doubting the general opinion that they are Plathelminths degraded by parasitism. Whether they and their allies, the Orthonectidae, have descended from ancestors represented now by such forms as *Dinophilus* (METSCHNIKOFF), or from the *Trematoda* (LEUCKART), is a question which further investigations must decide.

Digitized by Google

Résumé.

1. According to the method of classification introduced by Ed. Van Beneden, the generic and specific names of the Dicyemids (Heterocyemids excluded) run parallel with those of their hosts, genus for genus and species for species. The Dicyemids found in four genera of Cephalopods, *Octopus*, *Eledone*, *Sepia* and *Sepiola*, were divided into four corresponding genera, *Dicyema*, *Dicyemella*, *Dicyemina*, and *Dicyemopsis*; and these four genera were said to include seven species corresponding to the same number of species of Cephalopods. The correspondence here assumed as a basis of classification is disproved by the following facts:

(1) In Eledone moschata are found two species of Dicyemids, *Dicyema moschatum* and *Dicyemennea Eledones*; and in Sepia officinalis, likewise two species, *Dicyema truncatum* and *Dicyemennea gracile*.

(2) *Dicyemennea Eledones* occurs in two different Cephalopods, Eledone Aldrovandi and Eledone moschata; and *Dicyema truncatum* is found in three Cephalopods, Sepia officinalis, Sepia elegans, and Rossia macrosoma.

(3) Two closely allied species of Dicyemids, *Dicyemennea Eledones* and *Dicyemennea gracile*, are found in Cephalopods belonging to two different families; while two widely different species of Dicyemids, *Dicyema truncatum* and *Dicyema macrocephalum*, occur, singly, in two closely related genera of Cephalopods (Rossia and Sepiola).

2. The ten species of Dicyemids decribed on pages 9—29 represent two genera distinguishable by the number of cells in the head, or calotte.

The genus *Dicyema* Köll., including seven species, has a bilateral calotte composed of eight cells (octamerous), in two sets of four each (propolar and metapolar). The calotte is invariably *orthotropal* (p. 8) in the embryo, but in the adults of most species is generally more or less oblique (*plagiotropal*, p. 8—9 and 11). The propolars are always two dorsal and two ventral, and are *opposite* the corresponding metapolar cells, except in *Dicyema truncatum* where the metapolars are two lateral, one dorsal, and one ventral (*alternate* order, p. 21—22).

The genus *Dicyemennea*, including three species, has a bilateral calotte constituted of nine cells (enneamerous, p. 9), four propolar and five metapolar. The propolars are two dorsal and two ventral, and

Digitized by Google

always much smaller than the three dorsal (one median and two lateral) and two ventral metapolars (p. 9 and 26—27). Calotte permanently orthotropal.

The parapolars (p. 8) are two and lateral, in both genera. The caudal cells are always two, and dorso-ventral, at least in the youngest individuals.

3. The dorsal and ventral sides of the calotte are not distinguishable by any uniform difference in the size of the polar cells. In Dicyemennea, the three dorsal metapolars serve as a means of orientation. In Dicyema, the plagiotropal calottes face the ventral side; the sides of the orthotropal calottes are determined by the relative position of the parapolars and the adjoining ectodermal cells (p. 10).

4. The obliquity of the octamerous calotte and the inequality of its cells are extremely variable among individuals of the same species; and the range of variability can seldom, if ever, be ascertained from examples taken from a single Cephalopod (p. 12, 17, 21). It is necessary therefore to discriminate carefully between *individual* peculiarities and *specific* characters (p. 2).

The ectoderm furnishes all the diagnostic characters: the whole number of ectodermal cells, the length of adult individuals, the size of the polar cells both relative and absolute, their shape, position, and axial relations, the form of the parapolar and caudal cells, etc., supply the means of distinguishing species.

5. When two species occur in the same Cephalopod, they may occupy separate renal chambers and thus be completely isolated; or they may be cohabitants of the same chambers. In the latter case they are seldom promiscuously associated, but distributed in colonies (p. 14, 28).

If only one species is present, a colonial distribution is often observable, some renal lobes being occupied more or less exclusively by extremely long individuals, others by shorter individuals. Sometimes the entire renal organ, with the exception of one or two lobes will be free from the parasite. We may infer from these facts that they are not introduced into the host in large numbers at any one time.

6. The Dicyemids may be divided, according to the share they take in the work of reproduction, into *monogenic* and *diphygenic* (or diplogenic) individuals (p. 55). The first class (primary Nematogens) (p. 36), produce only vermiform embryos; the second produce first infusoriform embryos, then vermiform embryos (secondary Nematogens) (p. 41). Rhombogen and secondary Nematogen denote two different phases in the life of the same individual. It is still doubtful whether the monogenic and

Digitized by Google

diphygenic individuals are heterogeneous forms. They are alike in origin, development, and adult form and structure; but their germ-cells pursue different courses of development, either because, contrary to appearances, they are fundamentally unlike, or as the result of conditions that differ in some unknown respects (fecundation? food? position in a cycle of generations? seasonal influences?) Cf. p. 61.

7. There is a remarkable correspondence between the age of the host and the reproductive phenomena of the parasite. Nematogenic individuals are abundantly represented in young Cephalopods (p. 33, 59), sometimes exclusively; while in adult Cephalopods Rhombogenic individuals are generally very numerous, and, in rare cases, appear to be the sole occupants of the renal argan (p. 45). This fact may be interpreted in favor of a cyclical occurrence of Rhombogenic reproduction (p. 34), but can hardly be said to be analogous to the isolated occurrence of male and female Orthonectidae. Cf. JULIN, 21, p. 44; also VAN BENEDEN, 2, p. 209.

8. The fact that the same individual (diphygenic) may produce consecutively infusoriform and vermiform embryos, is substantiated by a variety of confirmatory phenomena, most of which are connected, historically, with the origin of free nuclei in the axial cell (p. 34—47).

The proof that some individuals (monogenic) produce throughout only vermiform embryos, lies in the fact that adult Nematogens are found in which the axial cell contains but one nucleus.

9. The Rhombogenic mode of reproduction alone gives rise to a plurinucleated axial cell. There are two classes of free nuclei appearing in the axial cell in addition to the large central nucleus of this cell itself. The first class are, conjecturally, of the nature of polar globules. Each germ-cell, before developing into an Infusorigen, eliminates one such corpuscle (n'). These bodies (»paranuclei«) agree in all their features with nuclei, and are therefore called »free nuclei«. The largest number of such nuclei observed in any one case is eight, corresponding to the number of Infusorigens. In pure Rhombogens, i. e. Rhombogens that have not entered upon transitional phases, the whole number of free nuclei — counting the original central nucleus — always exceeds by one the number of Infusorigens.

The second class of free nuclei are the »*residual nuclei*« (n'') of the germogens (c) set free, as the final event in the history of the Infusorigens. As there may be from one to eight Infusorigens in the same individual, and as one free nucleus marks the beginning, another the end, of each Infusorigen, it follows that a diphygenic Dicyemid may

Digitized by Google

have, during its Rhombogenic period, from 2—9 free nuclei, and during the subsequent Nematogenic period, any odd number from 3—17 inclusive. (Cf. p. 39.)

10. The Infusorigen is a group of cells consisting, at one period (fig. 109), of a peripheral layer of cells partially enveloping a large central cell. Its development from a single cell by a process of cleavage, and the epibolic growth of its peripheral layer, give ground for thinking that the Infusorigen represents an individual, comparable with the Gastrula of a vermiform embryo. The peripheral layer may be compared to the ectoderm, the central cell to the axial cell, and the »residual nucleus« to the »central nucleus«. Germ-cells arise endogenously both in the central cell (germogen) and in the axial endodermic cell. For general considerations arising out of this interpretation, consult pp. 48—54, 59—61.

11. The two kinds of embryos produced by diphygenic individuals arise from two distinct kinds of germ-cells, both of which originate, in succession, in the Infusorigen. First in order, arise the germ-cells destined to develop into infusoriform embryos. These infusorific cells are comparatively large (.016 mm) and have large nuclei (.01—.012 mm). They are set free in small numbers, one or two at a time (p. 54). At length the production of this kind of cells ceases, the infusoriform embryos escape, and nothing remains of the Infusorigen except the germogen (fig. 112, *c*) and a number of small loose cells (about .008 mm in diam.) with small nuclei (.004—.005 mm). These cells multiply by division until they fill the larger portion of the axial cell, and eventually give rise to vermiform embryos. The Rhombogenic period is thus separated by a considerable interval (transitional period, p. 41) from the Nematogenic.

It very seldom happens that the development of vermiform embryos begins *before* the infusoriform embryos have all escaped (p. 42—43).

12. Developmental division (cleavage) and multiplicative division are displayed in striking contrast in the history of diphygenic individuals. Simple division gives rise to from 2—8 scattered germ-cells; cleavage produces a diploblastic group, the Infusorigen; infusorific and vermific germ-cells are then produced by division; and these in due time udergo developmental division. The alternation between division and cleavage is twice repeated. The structural unity of the Infusorigen is attested by the cohesion of its cells. It has a developmental and a reproductive period. (Cf. pp. 40, 53.)

13. No definite evidence of fecundation has been obtained; but it

Digitized by Google

is not improbable that one of the two modes of reproduction exhibited in diphygenic individuals may be introduced by fecundation (p. 58—59).

In four instances modified forms of Infusoriforms have been found in Nematogens (p. 59). Although it is quite certain that these Infusoriforms did not originate in the Nematogens, it is not clear whether they are to be regarded as stragglers, or males (VAN BENEDEN) that had penetrated for the purpose of fecundating. The former supposition appears to me the more probable.

14. The first cleavage, introduced karyokinetically, splits the vermific germ-cell into two unequal parts. The two-cell stage is followed by one of three cells, and this by one of four. Three of the four cells form a cap to the fourth (fig. 71), and gradually envelope it by epibolic expansion. A Gastrula is thus formed consisting of a small number of ectodermic cells and a single central endodermic cell (figs. 76 and 77). Periods of growth intervene between the successive cleavages, the individual cells attaining, each time, approximately the size of the original germ-cell.

The blastopore closes, and the multiplication of cells at this pole soon leads to the pyriform embryo (figs. 80, 81, 87). The pointed end of this embryo is an elongation from the blastoporal region; the broad end corresponds to the future cephalic pole. The endodermic cell lies at first wholly in the broad end, but gradually elongates backward between the caudal cells. The whole number of cells seen in the adult are present before the embryo attains its definitive form (p. 63).

15. Two primary germ-cells arise at the two poles of the endoderm, the first (always the posterior) about the time the pyriform stage is reached (fig. 86). The nucleus of the endoderm participates only in the formation of these two cells, which give rise to other germ-cells by division. The manner in which the germ-cells arise in the germogen has not been ascertained; but it may be safely assumed that the nucleus of the germogen participates in their formation, at least in the first instance. For remarks on endogenous cell-formation, see p. 65.

16. Comparing the development of the vermiform embryo with the development of the male Orthonectid (JULIN), Dicyemids may be said to have a transient triploblastic stage, represented by an ectodermal layer, one axial endodermic cell, and two mesodermic cells (primary germ-cells) derived from the two poles of the endoderm. (Vid. p. 75.)

Digitized by Google

Literature.

Dicyemidae.

1. **Ed. Van Beneden.** »Recherches sur les Dicyémides, survivants actuels d'un Embranchement des Mésozoaires.« Extrait des 'Bull. de l'Acad. roy. de Belgique', 2me sér., t. XLI, no. 6, et t. XLII, no. 7, 1876.
2. —— »Contribution à l'histoire des Dicyémides.« 'Archives de Biologie', t. III, f. I, p. 195, 1882.
3. —— »Prof. Ed. Van Beneden's Researches on the Dicyemidae.« Abstract by Mr. D'Arcy Power, in the 'Quart. Journ. Mic. Sci.', vol. XVII (N. S.), p. 132, 1877.
4. **Kölliker.** »Über Dicyema paradoxum, den Schmarotzer der Venenanhänge der Cephalopoden.« 2ter Bericht d. königl. zootom. Anstalt zu Würzburg', p. 59, 1849.
5. **Wagener, G. R.** »Über Dicyema Kölliker.« 'Müll. Arch.', p. 354, 1857.
6. **Claparède, Ed. and Lachmann.** »Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes.« t. II, p. 201, 1860—61.
7. **Claparède, Ed.,** »Zusatz« to Wagener's paper (no. 5).
8. **Ray Lankester.** Summary of Observations made at Naples in the winter of 1871—72. p. 95—96. 'Ann. and Mag. Nat. Hist.', 4th ser., vol. XI, 1873.
9. **Erdl.** »Über die beweglichen Fäden in den Venenanhängen der Cephalopoden.« 'Archiv f. Naturgesch.' Bd. I, p. 162—167, 1843.
10. **Krohn.** »Über das Vorkommen von Entozoen und Krystallablagerungen in den schwammigen Venenanhängen einiger Cephalopoden.« Froriep's 'Neue Notizen' Bd. XI, No. 234, p. 214, 1839.
11. **Leuckart.** »Bericht üb. d. wiss. Leist. d. nied. Thiere« 1876—1879, p. 210—215. 'Arch. f. Naturgesch.' 24, Bd. II, p. 594—599.
12. **Siebold.** »Bericht über die Leistungen im Gebiete der Helminthologie während des Jahres 1843 u. 1844.« 'Arch. f. Naturgesch.' 1845, p. 247.
13. **Van Beneden, P. J.** »Commensaux et Parasites.« Paris, Germer Baillière. 1875.

Orthonectidae.

14. **Giard.** »Sur les Orthonectida, classe nouvelle d'animaux parasites des Échinodermes et des Turbellariés.« 'Compt. rend.', Oct. 29, 1877.
15. —— »Les Orthonectides, nouvelle classe du Phylum des Vermes.« 'Journ. de l'anat. et de la physiol.' t. XV, 1879. Also in 'Quart. Journ. Mic. Sci.' vol. XX.
16. —— »Nouvelles remarques sur les Orthonectida.« 'Compt. rend.', Dec. 15, 1879, and 'Zool. Anzeiger', 1880.
17. **Metschnikoff.** »Zur Naturgeschichte d. Orthonectiden.« 'Zool. Anz.' No. 40, p. 547, 1879.
18. —— »Nachträgliche Bemerkungen üb. Orthonectiden.« 'Zool. Anz.' No. 43, p. 618, 1879.
19. —— »Untersuchungen üb. Orthonectiden.« 'Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXV, 1881.
20. **Julin.** »Observations sur le Développement des Orthonectides.« 'Bull. sci. du départ. du Nord', 2e sér. 4e année, nos 10—11, 1881.
21. —— »Contribution à l'histoire des Mésozoaires.« 'Archives de Biologie', t. III, f. 1, p. 1—49, 1882.

Digitized by Google

Further References.

22. **Balfour.** »Comparative Embryology.« Vol. I, p. 108—111.
23. **Van Beneden, Ed.** »Recherches sur l'evolution des Grégarines.« 'Bull. de l'Acad. roy. de Belg.', 2me sér., t. XXXI, no. 5, 1871.
24. **Brock.** »Zur Anat. u. Syst. d. Cephalopoden.« 'Zeitschr. f. wiss. Zool.' XXXVI, p. 543, 1882.
25. **Carus.** »Zur näheren Kenntnis des Generationswechsels.« Leipzig, 1849.
26. **Claus.** »Grundzüge d. Zool.« 4te Aufl. Bd. I, p. 201, 1880.
27. **Dohrn.** »Der Ursprung d. Wirbelth. u. d. Princip d. Functionswechsels.« Leipzig, 1875.
28. **Drasch.** »Die physiol. Regener. d. Flimmerep. d. Trachea.« 'Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch.' III. Abth. LXXX, Oct., 1879, and LXXXIII, 1881.
29. **Foettinger.** »Recherches sur Quelques Infusoires Nouveaux, Parasites des Cephalopodes.« 'Arch. de Biol.' vol. II, p. 345, 1881.
30. **Fraipont.** »Recherches sur les Acinétiniens de la Cote d'Ostende.« 'Bull. de l'Acad. roy. de Belg.', 2me sér., t. XLIV, No. 12, 1877 and t. XLV, No. 3 & 4, 1878.
31. **Gegenbaur.** »Vergl. Anat.« p. 257, 1870.
32. —— »Grundriss d. vergl. Anat.« 2te Aufl. p. 72—73, 1878.
33. **Hertwig, R.,** »Beiträge z. Kenntniss d. Acineten.« 'Inaugural-Diss.' Leipzig, 1875.
34. **Hertwig, O. & R.** »Die Coelomtheorie.« 'Jen. Zeitschr.' Bd. XV, p. 1, 1881.
35. **Huxley.** »A Manual of the Anat. of Invert. Animals.« 1877.
36. **Iwakawa.** »The Genesis of the Egg in Triton.« 'Quart. Journ. Mic. Sci.', vol. XXII, p. 259, 1882.
37. **Kleinenberg.** »Sull origine del sistema nervoso centrale degli Anellidi.« 'Mem. R. Accad. dei Lincei', 1880—1881. (3). Vol. X. Reviewed by J. W. Spengel, 'Biol. Centralbl.' p. 231—236, 1882.
38. —— »Über die Entstehung d. Eier bei Eudendrium.« 'Zeitschr. f. wiss. Zool.' Bd. XXXV, p. 326, 1881.
39. **Korschelt.** »Über Bau u. Entw. d. Dinophilus apatris.« Vorl. Mitth. 'Zool. Anz.' No. 117, Bd. V, p. 398, 1882.
40. **Lankester.** »Degeneration. A Chapter in Darwinism.« Nature Series, London, 1880.
41. —— »Notes on Embryology and Classification for the Use of Students.« London, 1877.
42. —— »Observations on the Development of the Cephalopoda.« 'Quart. Journ. Mic. Sci.', XXIII, 1875.
43. **Leuckart.** »Zur Entw'gesch. d. Leberegels etc.« 'Arch. f. Naturg.' XXXXVIII. Jahrg. Bd. I.
44. —— »Die Parasiten d. Menschen.« 2te Aufl., Bd. I, 1879.
45. **Mark.** »Maturation, Fecundation, and Segmentation of Limax campestris, Binney.« 'Bull. Mus. Comp. Zool.' Cambridge. Vol. VI, P. II, No. 12, p. 173, 1881.
46. **Siebold.** »Gyrodactylus, ein ammenartiges Wesen.« 'Zeitschr. f. wiss. Zool.' Bd. I, p 347, 1849.
47. **Strasburger.** »Neue Beobacht. üb. Zellbildung und Zelltheilung.« 'Botan. Zeitung', Leipzig, 1879.
48. —— »Zellbild. u. Zelltheilung.« 3te Aufl., 1880.

Digitized by Google

49. **Wagener, G.** »Über Gyrodactylus elegans von NORDMANN.« 'Arch. f. Anat. u. Physiol.', p. 768, 1860.
50. **Weismann.** »Die Entsteh. d. Eizellen in d. Gattung Eudendrium.« 'Zool. Anz.', IV, p. 111, 1881. Comp. earlier papers in 'Zool. Anz.' 1880, p. 226 and 367.
51. **Whitman.** »Embryology of Clepsine.« 'Quart. Journ. Mic. Sci.', 1878.
52. **Vigelius.** »Über das Excretionssystem d. Cephalopoden.« 'Niederl. Arch. f. Zool.' V, 1880.

Explanation of Plates 1—5.

adp	Dorsal propolar cells.	*c*	Germogen.
avp	Ventral propolar cells.	*n''*	Nucleus of the germogen (residual nucleus).
pdp	Dorsal metapolar cells.		
pvp	Ventral metapolar cells.	*n'*	Paranucleus.
pp	Parapolar cells.	*n*	Nucleus.
e	Endodermic cell.	*ne*	Nucleus of the axial cell.
ec	Ectoderm.	*pg*	Primary germ-cells.
ve	Vermiform Embryo.	*vg*	Vermific germ-cells.
m	Mother-cell of the Infusorigen.	*ig*	Infusorific germ-cells.
g	The Infusorigen.		

Plate 1.

Figs. 1—15 (*Dicyema moschatum*) magnified 465 diam., except fig. 14 which is magnified 280 diam.

Fig. 1. Anterior portion of a primary Nematogen, 0.85 mm in length, seen from one side. In front of the central nucleus (*ne*) of the axial cell are a fully formed embryo (0.1 mm long) containing a central nucleus and two primary germ-cells (*pg*), and scattered vermific germ-cells (*vg*). Besides what is seen in the figure, this Nematogen contained in the posterior portion only a few germ-cells and a few early stages of vermiform embryos. Acetic acid.

Fig. 2. Portion of a Rhombogen (1.2 mm long) seen from ventral side. This Rhombogen contained one Infusorigen and various stages of infusoriform embryos, and two large nuclei, seen in the fig. One of these nuclei is the »central nucleus« of the axial cell, the other is a paranucleus. They are so nearly alike that it is impossible to say which is the central nucleus and which the paranucleus. Acetic acid.

Fig. 3. A helmet-shaped calotte of a Rhombogen (1.2 mm long), seen from the right side. This individual contained the same elements in its axial cell as fig. 2. The two round nuclei were lodged in the anterior end of the axial cell, as seen in fig. 13. Acetic acid.

Fig. 4. A calotte of a Rhombogen (3.40 mm long), seen from the left side. The ventral polar cells are here, as in most of these figures, larger than the dorsal cells. Contained many embryos and several free nuclei. Acetic Acid.

Fig. 5. A very oblique calotte of a Rhombogen (3.50 mm long), seen from the right side. Acetic acid.

Digitized by Google

Fig. 6. A bell-shaped calotte of a Rhombogen (2.1 mm long), from the dorsal side. The metapolars form a flaring collar to the elongated propolars. Others of a similar shape were found at the same time. Acetic acid.

Fig. 7. Calotte of a Nematogen (3.95 mm long), from the ventral side. Contained several embryos and numerous germ-cells. Only two free nuclei were seen. Acetic acid.

Fig. 8. Ventral view of the calotte of a Rhombogen (2 mm long). Two free nuclei in the cephalic end of the endoderm. Acetic acid.

Fig. 9. Dorsal view of a very oblique calotte of a Rhombogen (ca. 3.5 mm long). Acetic acid.

Fig. 10. Head of a Nematogen (2.7 mm long) from the side, showing an embryo (*ve*) partially liberated. Acetic acid.

Fig. 11. The calotte and parapolars of a primary Nematogen (1.9 mm long) from the ventral face. Contained one large nucleus, a few embryos, and many germ-cells. Acetic acid.

Fig. 12. Another Nematogen from the ventral face (length 1.5 mm). A central nucleus, germ-cells, and embryos. Acetic acid.

Fig. 13. A secondary Nematogen (.55 mm long) from the right side. The central nucleus and the paranucleus lodged in the head, and near them a granular body which represents the remains of a germogen. This individual has passed a Rhombogenic condition represented by a single Infusorigen. Acetic acid.

Fig. 14. A primary Nematogen from the left side (length 1.1 mm). Contained one vermiform embryo, a considerable number of germ-cells from .005 to .008 mm in diam., and a single nucleus. Shows the two verruciform cells in the hind half of the body. Acetic acid.

Fig. 15. A middle portion of a large *Dicyemennea Eledones*, in a transitional phase, showing the central nucleus (*ne*), two paranuclei (*n'*), numerous vermific germ-cells, and two Infusorigens in their last stage. The largest cells in the Infusorigens measure .016 mm in diam., the size of infusorific germ-cells. They have large nuclei (.01—.012 mm) while the vermific cells have small nuclei (.004—.005 mm). The nuclei of the smaller cells in the Infusorigens agree in size with those of the smaller vermific germ-cells. These small cells are probably derived from the larger ones with large nuclei by division. Acetic acid.

Plate 2.

Figs. 16—21 *Dicyema typus*; figs. 22—29 *Dicyema microcephalum*.
Fig. 16 magnified 280/1; fig. 22, 120/1; the remaining figs. 465/1.

Fig. 16. A young Rhombogen (.6 mm long) from the left side, showing all the ectodermal cells in situ. Parapolars followed by two dorsal and one ventral cell. Four granular verruciform cells. Osmic acid.

Fig. 17. A fully formed embryo (.25 mm long). Total number of ectodermal 25. Cells loosened by acetic acid. Contained a central nucleus and eight germ-cells.

Fig. 18. A portion of a Rhombogen as seen in a living condition. No distinct outlines of cells. Ectoderm shows minute round granules.

Fig. 19. Side view of a small Rhombogen (1 mm long). Anterior polar cells a little larger than the posterior. Osmic acid.

Digitized by Google

Fig. 20. Calotte of a Rhombogen (2.5 mm long) from one side. Propolars plainly larger than the metapolars. Acetic acid.

Fig. 21. A very oblique calotte of one of the longer Rhombogens (2.5 mm) from the dorsal side. Here the propolars are plainly smaller than the metapolars. Acetic acid.

Dicyema microcephalum (figs. 22—29).

Fig. 22. A Nematogen (1.2 mm long) filled with vermiform embryos. Head much more narrow than the body. Osmic acid.

Fig. 23. A young individual (.44 mm long) represented with all the cells in situ, from the ventral side. Parapolars adjoined by two dorsal and one ventral ectodermal cell. Total number of ectodermal cells 26. Osmic acid.

Fig. 24. A very small individual (.2 mm) with the cells loosened by acetic acid.

Fig. 25. Calotte, parapolars, and three ectodermal cells, seen from the left side. Osmic acid.

Fig. 26. The calotte of a Nematogen. Head broader than in the fore-going figures. Little difference in size between the propolars and metapolars. No obliquity in the calotte of this species.

Fig. 27. Cephalic portion of a living individual.

Fig. 28. Front view of the calotte.

Fig. 29. Dorsal view of a Nematogen. Cells somewhat swollen. Osmic acid.

Plate 3.

Figs. 30—34 *Dicyema Clausianum;* figs. 35—39 *Dicyema macrocephalum;* figs. 40—43 *Dicyema moschatum.*

Fig. 30 magnified 280/1; fig. 40, 1060/1; remaining figs. 465/1.

Dicyema Clausianum.

Fig. 30. A Rhombogen (1.4 mm long) from the dorsal side, with all the cells in position. Ectodermal cells 27. Three verruciform cells. Osmic acid.

Fig. 31. Calotte of a Rhombogen from the ventral side. Acetic acid.

Fig. 32. Optical section of the calotte of a large Rhombogen. The dorsal propolars form the tip of the very oblique calotte. Acetic acid.

Fig. 33. Ventral side of the fore end of a Rhombogen. Acetic acid.

Fig. 34. Side view of the calotte of a large Rhombogen (4 mm long). No obliquity Propolars larger than the metapolars. Acetic acid.

Dicyema macrocephalum figs. 35—39.

Fig. 35. Side view of a calotte, somewhat convex. Parapolars form here no part of the head.

Fig. 36. A portion of a Rhombogen (1.4 mm) seen from the right side (calotte in optical section). The two lateral parapolars followed by two dorsal and one ventral cell. Acetic acid.

Fig. 37. Face view of the calotte of a Rhombogen. The propolars form the central part of the cephalic disc, the metapolars its rim. Acetic acid.

Fig. 38. Calotte of a young Rhombogen (.7 mm long), in which the parapolar collar (*pp*) is seen to be composed of two cells. Propolars not visible. Osmic acid.

Fig. 39. Optical section of a young individual (.25 mm). Osmic acid.

Dicyema moschatum.

Fig. 40. A portion of a Transitional.

Digitized by Google

Fig. 41. Different forms of germ-cells found in a transitional. Some are undergoing division. Acetic acid.

Fig. 42. Three nuclei and two germ-cells found in a secondary Nematogen, which contained nine free nuclei. Acetic acid.

Fig. 43. Four nuclei and three germ-cells, found in a secondary Nematogen, which contained five nuclei. Acetic acid.

Plate 4.

Figs. 44—47 *Dicyemennea Eledones;* figs. 48—50 *Dicyemennea gracile;* figs. 51—59 *Dicyema truncatum.*

All the figs. magnified 465/1.

Fig. 44. Dorsal view of a Rhombogen. Parapolars (*pp*) short, alternating with the two proximate ectodermal cells. Osmic acid. Taken from *E. Aldrovandi.*

Fig. 45. The cephalic end of a living specimen (3.25 mm long). The head is .275 mm long and .225 mm wide. The parapolar collar broadest at its junction with the calotte. From *E. moschata.*

Fig. 46. Front view of the calotte, showing four ventral and five dorsal cells. Acetic acid. From *E. moschata.*

Fig. 47. Unliberated embryo (.2 mm long) from *E. moschata.* The 23 ectodermal cells seen in situ. Seen from one side. Cells of the body in alternating pairs. Osmic acid.

Dicyemennea gracile.

Fig. 48. From a young individual mounted in balsam (.6 mm long). Shows the central nucleus and eight germ-cells.

Fig. 49. Dorsal view of a typical calotte. Parapolars not thickened at their junction with the calotte. Acetic acid.

Fig. 50. Optical section of the calotte of a Rhombogen (3.2 mm long). The parapolars taper backward instead of forward as in fig. 44. Width of the calotte .06 mm; average width of the body .05 mm. Thickness of the ectoderm .005 — .007 mm.

Dicyema truncatum.

Fig. 51. Optical section of an embryo (.09 mm long) from *Rossia macrosoma.* The polar cells form a hollow hemispherical calotte of the same width as the body. Osmic acid.

Fig. 52. Caudal portion of an individual (.28 mm long) from *Sepia officinalis.* The two caudal cells are here much smaller than usual.

Fig. 53. A small example (.2 mm) from *S. officinalis.* There are only 12 cotodermal cells besides the calotte, in alternating pairs. The outlines of the polar cells were not clear. Osmic acid.

Fig. 54. A young individual (.2 mm) from *Rossia macrosoma,* with 14 ectodermal cells besides the polar cells. Osmic acid.

Fig. 55. Another young individual from *S. officinalis,* showing large pyriform caudal cells. From a specimen mounted in balsam.

Fig. 56. An unusual form from *S. officinalis.* Length .15 mm. Two large cells near the middle resemble the caudal cells. Mounted in balsam.

Fig. 57. An example (.25 mm long) from *S. officinalis.* Total number of ectodermal cells 22. Endoderm contained only 3 germ-cells. No central nucleus could be seen. The calotte has a lateral inclination. Acetic acid.

Digitized by Google

Fig. 58. Front view of the calotte, showing the alternate arrangement of the two sets of polar cells. From a Nematogen .5mm long. Osmic acid.

Fig. 59. Optical section of the head of a Rhombogen (.6 mm long) from *Rossia macrosoma*. Ectoderm charged with coarse shining granules of an elongated angular form. Calotte remarkably large for this species.

Plate 5.

Figures all from *Dicyema moschatum* where not otherwise stated.

Figs. 60—79 and 104—106 magnified 1060/1; the remaining figs., 465/1.

Figs. 60, 61. A mature vermific germ-cell and a two-cell stage from *Dicyema microcephalum*. The germ-cell .009mm in diam., its nucleus .006mm. Acetic acid.

Figs. 62, 63, 64. A small germ-cell (.0045mm), a mature germ-cell (.0085mm) with fusiform striated nucleus, and another mature cell showing the nuclear spindle in transverse section. Acetic acid.

Figs. 65, 66. The first two cleavage-stages. Acetic acid.

Figs. 67, 68. Two views of the three-cell stage. Acetic acid.

Figs. 69, 70. Two four-cell stages. Acetic acid.

Fig. 71. A somewhat later condition of the four-cell stage. Three cells now form a cap to the fourth cell (endoderm). Acetic acid.

Fig. 72. A five-cell stage — four ectodermal and one endodermal cell (*e*).

Fig. 73. A six-cell stage from *Dicyema microcephalum*. Acetic acid.

Fig. 74. Optical section of a Gastrula composed of 10 ectodermal cells and a central endodermal cell. The endodermal cell has not divided since the four-cell stage. Acetic acid.

Fig. 75. An optical section of a Gastrula composed of 13 cells. Acetic acid.

Figs. 76, 77. An optical section and a surface view of a Gastrula. Blastopore nearly closed. Acetic acid.

Fig. 78. A little more advanced stage. The cells on one side of the blastopore multiply more rapidly than on the opposite side. Acetic acid.

Fig. 79. A sub-spherical embryo from *Dicyemennea Eledones*. The endodermal cell contains a single primary germ-cell. Acetic acid.

Figs. 80, 81. An optical section and a surface view of the same pyriform embryo. The blastoporal side has an elongated pointed form. The broad end corresponds to the future cephalic end. Acetic acid.

Figs. 82, 83. Optical sections of still more advanced embryos. Osmic acid.

Figs. 84, 85. The nucleus of the endoderm in process of division. Fig. 85 magnified 1060/1. Acetic acid.

Figs. 86, 87. An optical section and a surface view of the embryo just after the first primary germ-cell has formed. Osmic acid.

Figs. 88, 89. Fig. 88 somewhat more advanced. It is about this time that the number of ectodermal cells becomes complete. Fig. 89 shows both of the primary germ-cells. Osmic acid.

Fig. 90. An embryo seen from one side. The polar and parapolar cells already distinguishable. Acetic acid.

Fig. 91. An embryo (.01 mm long) seen from the dorsal, or ventral side. Cilia already present. Osmic acid.

Fig. 92. A larger embryo with all the cells outlined. Acetic acid.

Fig. 93. Head of a young individual found free (.19 mm long). Osmic acid.

Digitized by Google

Fig. 94. The axial cell of a fully developed embryo (.15 mm long), showing two germ-cells that have arisen by division of the posterior primary germ-cell, and the anterior germ-cell still undivided. Osmic acid.

Fig. 95. From an embryo found free, in which the anterior primary germ-cell has been replaced by two cells. The fact that the primary cells do not divide simultaneously is to be connected with the fact that they do not originate at the same time. The first to arise is the first to divide. In figs. 96, 98, the germ-cells behind the central nucleus (*ne*) take the lead in dividing. This alternation of division between the two primary germ-cells (and their products) has been often observed. Osmic acid.

Fig. 96. The central portion of the axial cell of an embryo *Dicyemennea Eledones* still within the parent. Length .15 mm. One of the two cells behind the nucleus (*ne*) has divided. There is a considerable pause after each division, during which the division-products grow to the size of the original cell, similarly as in cleavage. Acetic acid.

Fig. 97. Central portion of a young *Dicyema macrocephalum* (.25 mm long). Here are seen two pairs of small germ-cells, and, in front of each pair, a single larger germ-cell. These pairs have evidently arisen by the division of germ-cells of the larger kind. Osmic acid.

Fig. 98. A somewhat less advanced condition of a still unliberated embryo. Acetic acid.

Fig. 99. Entire contents of the axial cell of a young *Dicyema truncatum* from *Rossia*. Length .3 mm. Acetic acid.

Fig. 100. The axial cell and contents of a young individual .3 mm long. Acetic acid.

Fig. 101. The axial cell and its contents at a later stage (*Dicyemennea Eledones*). Length .75 mm. Shows the arrangement of the germ-cells in a primary Nematogen. Acetic acid.

Fig. 102. A portion of a primary Nematogen, showing the central nucleus (*ne*) and the scattered germ-cells (*vg*). Acetic acid.

Fig. 103. Entire contents of the axial cell of another young Nematogen (.25 mm long). Osmic acid.

Fig. 104. A germ-cell in process of producing the paranucleus (*n'*). The fig. has not been correctly reproduced. The black dots separating *n'* from the central nuclear portion should have been more elongated. They appeared to represent remnants of spindle-fibres. Acetic acid.

Fig. 105. The paranucleus (*n'*) completely eliminated. Acetic acid.

Fig. 106. The paranucleus lies detached by the side of two cells which have arisen by division of the cell *m* in fig. 105. The membrane of the paranucleus is very thin. Acetic acid.

Fig. 107. A similar stage, in which the paranucleus has attained a distinctly double-contoured membrane. Acetic acid.

Fig. 108, 109. Two of the three young Infusorigens found in a Rhombogen 1 mm long. The two cells (*g*) of figs. 106, 107 multiply by division, and give rise to a group of cells consisting of a peripheral layer and a central cell. The paranucleus increases in size, and its membrane becomes very thick. Acetic acid.

Fig. 110. Entire contents of the axial cell of a young Rhombogen (1.15 mm long). The central nucleus (*ne*), the paranucleus (*n'*), and the Infusorigen.

Digitized by Google

In the central cell (germogen) of the Infusorigen are seen a few loose germ-cells and a large nucleus (*n''*). The Infusorigen represents a Gastrula like that of the vermiform embryo. Acetic acid.

Fig. 111. One of two Infusorigens from a Rhombogen 2 mm long. In front are seen two germ-cells in process of cleavage; behind, one germ-cell (*ig*), one 8-cell stage, one outlined embryo, and the paranucleus (*n'*). Acetic acid.

Fig. 112, 113. Two portions of the same axial cell (*Dicyemennea Eledones*, 2.4 mm), showing the final products of two Infusorigens. The germogen (*c*) consists of a granular body and a large nucleus (*n''*), and lies in the midst of small loose germ-cells, which are destined, after a period of multiplication by division, to become vermific germ-cells. Acetic acid.

Fig. 114. From a transitional 2.5 mm long, showing same elements.

Fig. 115. A similar portion from another individual 2.4 mm long. Acetic acid.

Fig. 116. Portion of the axial cell of an individual .7 mm long. An unusual form of the Infusorigen.

Fig. 117. A transitional condition similar to figs. 112—115. From an individual 1,45 mm long. Osmic. acid.

Fig. 118. A free germogen with several nuclei.

Digitized by Google

Neue Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Salpen.

Von

Prof. **W. Salensky** in Kasan.

Mit Tafel 6—17.

Es existirt kaum eine Thiergruppe, welche in embryologischer Beziehung ein so großes Interesse darbietet, wie die Tunicaten. Man trifft hier die allercomplicirtesten Formen der Fortpflanzung zusammen mit den eigenthümlichsten paradoxen, embryologischen Erscheinungen an. Zum Beweis des letzten Satzes genügt der Vergleich der Entwicklung von Ascidien mit der von Salpen und Pyrosomen. Die Untersuchungen der letzten Jahrzehnte haben zwar unsere Kenntnisse über die Entwicklung dieser Thiere bedeutend vermehrt, dieselben jedoch wegen der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Entwicklungsvorgänge keineswegs erklärt. Die Entwicklung einzelner Repräsentanten der Tunicatenclasse steht noch immer isolirt da, obgleich Versuche zur Zusammenstellung der embryologischen Thatsachen nicht mangeln. Die erneuerten Untersuchungen bringen meist nur neues thatsächliches, mit den allgemeinen Ansichten nicht im Einklang stehendes Material und stören somit mehr oder weniger die theoretischen Anschauungen. Solche Thatsachen bietet uns erstens die Entwicklung von Molgula, welche bis jetzt noch in der Entwicklungsgeschichte der Ascidien ganz vereinzelt dasteht. Zweitens zeigt die Entwicklung von Pyrosoma einige Eigenthümlichkeiten, welche nicht nur von der Entwicklung anderer Ascidien abweichen, sondern auch mit den allgemeinen Entwicklungserscheinungen der Thiere überhaupt nicht übereinstimmen. Ich meine nämlich die Vermehrung der Follikelepithelzellen im Eie von

Digitized by Google

Pyrosoma und die Rolle des sog. inneren Follikelepithels [1], welches allem Anschein nach nicht unbedeutenden Antheil an der Entwicklung dieser eigenthümlichen Tunicate nimmt. Endlich tritt uns die Entwicklung der Salpen entgegen, welche, je mehr sie untersucht wurde, desto überraschendere Thatsachen brachte. Ungeachtet dessen, dass die Entwicklung der Salpen oft untersucht wurde und den hervorragendsten Zoologen als Beobachtungsobject diente, sind die wesentlichsten embryologischen Processe dieser Thiere ganz und gar unbeachtet geblieben. Das liegt theils am Object selbst, theils an der Untersuchungsmethode. Die Eier und Embryonen von Salpen stellen scheinbar ein sehr günstiges Object für die embryologische Untersuchung dar. Sie sind ziemlich durchsichtig, kommen in großer Masse vor, lassen sich ganz gut conserviren und färben, so dass man erwarten könnte, dass eine verhältnismäßig leichte Manipulation genügen würde, um die innere Organisation der Embryonen ganz genau zu studiren. Diese Vorzüge sind aber nur scheinbare. In der That geben die Salpeneier ein sehr complicirtes Object ab; sie bestehen aus so verschiedenartigen Bestandtheilen, welche theils aus dem Ei selbst, theils aus den Organen des Mutterleibes entstehen, dass die Beobachtung frischer oder gefärbter Embryonen in toto keineswegs für genaue Untersuchungen genügt. Um sich eine Idee vom Entwicklungsprocesse dieser Thiere zu verschaffen, muss der histiologische Bau der Embryonen in den verschiedensten Entwicklungsstadien aufs Genaueste untersucht werden; das gilt insbesondere für die Anfangsstadien, wenn die Bildung der ersten Organe vor sich geht. Für solche Untersuchungen ist das Salpenei schon nicht so günstig wie es anfangs scheint. Die außerordentliche Kleinheit der Eier in den ersten Stadien macht die Präparation derselben im frischen Zustande unzweckmäßig; es bleibt aber der Vortheil, dass sie sich gut in Schnitte zerlegen lassen. Das gute Resultat der letzteren Methode wird dadurch noch gesichert, dass die Eier sich ganz gut conserviren und färben. Die verschiedenen zelligen Elemente, aus denen der Embryo zusammengesetzt ist, verhalten sich zu den Tinctionsmitteln verschieden, was den Vortheil bietet, dass man die Furchungszellen von den anderen Zellen, resp. von den Zellen des Follikelepithels und der Athemhöhlenwand vollkommen gut unterscheiden kann.

Die im letzten Decennium auf dem Gebiete der Embryologie erschienenen, für diese Wissenschaft so fruchtbaren Untersuchungen haben auch die Embryologie der Salpen nicht unberührt gelassen.

---

[1] KOWALEVSKY, Entwicklungsgeschichte des Pyrosoma.

Digitized by Google

Ziemlich gleichzeitig erschienen drei Arbeiten: von TODARO, BROOKS und von mir. Die Ergebnisse dieser Arbeiten gingen aber so aus einander, dass man daraus schwerlich eine richtige Idee von der Entwicklung der Salpen erhalten konnte. Eine neue Bearbeitung dieses Themas war jedenfalls sehr wünschenswerth, und da die angegebenen Beobachtungen an verschiedenen Salpenspecies gemacht wurden, so drängte sich zunächst die Frage auf: bieten die verschiedenen Species in der That so wesentliche Unterschiede in ihrer Entwicklungsgeschichte dar, oder nicht? Man konnte kaum glauben, dass die so nahe stehenden Thiere, verschiedene Species eines und desselben Genus, so wesentliche Unterschiede in ihrer Entwicklung zeigen sollten. Ein solcher Einwurf schien mir selbst sehr plausibel zu sein und hat mich besonders gezwungen zur Entscheidung dieser Frage die Untersuchungen über die Embryologie der Salpen von Neuem aufzunehmen. Ein längerer Aufenthalt an der Zoologischen Station zu Neapel bot hierzu günstige Gelegenheit, und ich war so im Stande, die im Neapolitanischen Golfe vorkommenden sechs Salpenspecies zu untersuchen. Die Resultate dieser Untersuchungen waren vollkommen unerwartet. Ich konnte nicht nur constatiren, dass die Entwicklung verschiedener Salpenspecies in der That verschieden abläuft, sondern kam auch zum Schluss, dass die Unterschiede von viel wesentlicherer Bedeutung sind, als es aus dem Vergleich meiner Untersuchungen mit denen von BROOKS und TODARO hervorgeht.

Ich will mich nicht lange bei der sehr reichen Litteratur über die Embryologie der Salpen aufhalten. Die älteren Arbeiten beziehen sich hauptsächlich auf die äußeren Veränderungen des Embryo und berühren die innere Organisation desselben nur so weit es der damalige Stand der mikroskopischen Technik erlaubte. Der Zweck meiner Arbeit war im Gegentheil die möglichst genaue Untersuchung der inneren Structur der Embryonen. Die äußeren Veränderungen werden von mir nur in so fern berücksichtigt, als dieselben für das Verständnis des histiologischen Baues des Embryo nothwendig werden. Auf die Angaben früherer Beobachter werde ich im Laufe der Beschreibung eingehen. Was die neueren Arbeiten, namentlich diejenigen von TODARO und BROOKS anbetrifft, so habe ich schon mehrmals Gelegenheit gehabt, die allgemeinen Anschauungen dieser Beobachter näher zu beleuchten. Bis jetzt war es mir jedoch nicht vergönnt, die factische Seite dieser Untersuchungen zu berücksichtigen. Dieses werde ich bei der Besprechung der Embryologie von Salpa pinnata und S. democratica thun, da diese Forscher diese beiden Species untersucht haben und die anderen Spe-

Digitized by Google

cies nur flüchtig berühren. Da die von mir untersuchten Salpen in mehrfacher Beziehung von einander abweichen, so halte ich es für zweckmäßig, die Entwicklung jeder Species besonders zu betrachten und dann die Vorgänge mit einander zu vergleichen. Den Anfang mache ich mit Salpa pinnata, weil des häufigeren Vorkommens wegen diese Species von mir am genauesten untersucht wurde.

I. Salpa pinnata.

Der Eierstock von Salpa pinnata (Fig. 3 pin.) liegt im hinteren Theile des Körpers und besteht aus folgenden, für die Eierstöcke anderer Salpenarten ebenfalls charakteristischen Theilen: 1) aus der Eizelle (Fig. 3 pin. *Ez*), 2) aus dem Follikel (Fig. 3 pin. *Fe*), 3) aus einem soliden Strang, welcher sich nach hinten richtet und als Eistiel bezeichnet werden kann (Fig. 3 *Est*), 4) aus dem Oviduct (Fig. 4 pin. *Ov*) und 5) aus einem differenzirten Theil der mütterlichen Athemhöhlenwand (Fig. 3 pin. *Eph*), wo der Oviduct ausmündet und den wir als Epithelialhügel bezeichnen.

Die aus feinkörnigem Protoplasma und dem Keimbläschen bestehende Eizelle liegt im Innern des Follikels. In reifen, unbefruchteten Eiern füllt das Protoplasma die Follikelhöhle nicht vollkommen aus; es bleibt eine kleine Lücke zwischen diesen beiden Gebilden. Die Oberfläche des Protoplasma ist etwas wellenförmig, was wahrscheinlich von den trägen, amöboiden Bewegungen desselben herrührt. Das Keimbläschen ist verhältnismäßig sehr groß, nimmt die Mitte der Eizelle ein und besteht aus zweierlei Substanzen: dem Nucleolarsaft und dem Nucleolarplasma. Die beiden Bestandtheile können sowohl an frischen, wie gefärbten Präparaten sehr gut unterschieden werden. Nach außen ist das Keimbläschen scharf contourirt; ob die Contour von einer besondern Hülle oder von der dichteren Schicht des Nucleolarplasma herrührt, konnte ich nicht entscheiden. Das Protoplasma der Eizelle färbt sich überhaupt ziemlich schwach, jedenfalls schwächer als das der Follikelzellen, welche Eigenschaft sich trefflich zur Unterscheidung der Furchungszellen von den Follikelzellen eignet.

Der Follikel stellt einen vollkommen geschlossenen, ovalen Sack vor und besteht aus einer Schicht cylindrischer Epithelialzellen. Nach hinten zu geht er unmittelbar in den von uns als Eistiel bezeichneten, soliden Strang über. Der Eistiel besteht aus einer einzigen

Digitized by Google

Reihe cubischer Zellen, nur an seiner Wurzel werden zwei Reihen Zellen bemerkbar. Eine durch Vermehrung der Zellenreihen bedingte Verdickung des Eistiels sieht man an seinem Übergange zum Oviduct, welcher ein cylindrisches Rohr darstellt. Er ist in der Mitte etwas ausgebuchtet und mündet mit einer kleinen Öffnung in die Athemhöhle aus. Der Theil der Athemhöhle, in welchem diese Genitalöffnung sich befindet, ist gewölbt und zeichnet sich vor der übrigen Wand durch viel höhere cylindrische Zellen sehr deutlich aus. Diesen Theil bezeichnet TODARO als Uterus und zwar wahrscheinlich desshalb, weil nach Verkürzung des Oviducts das Ei sich in ihn begiebt. Das Verhältnis jedoch, in welchem derselbe zu den übrigen Theilen des Eies steht, rechtfertigt diese Bezeichnung nicht. Ich ziehe es vor, diese hügelförmige Auftreibung der Athemhöhlenwand mit dem indifferenten Namen »Epithelialhügel« zu belegen, wodurch die Voraussetzung einer Homologie mit Organen anderer Thiere vermieden wird.

Das Ei ist seiner ganzen Länge nach von zwei Blutsinusen begleitet, die zu beiden Seiten des Eistiels bis zur Einmündung des Oviducts verlaufen. Es sind das die Blutsinuse, welche sich später in placentare Bluträume verwandeln.

Die ersten, als Zeichen der Reife zu deutenden Veränderungen des Eies bestehen in der längst bekannten Verkürzung des Stiels. Die Ursache dieser bei der Entwicklung der Salpen so allgemeinen Erscheinung ist schwer festzustellen. Trotz vieler Mühe, eine richtige Idee der Mechanik dieses Processes zu erhalten, kann ich hierüber nur Vermuthungen aussprechen. Meiner Meinung nach wird diese Veränderung des Oviducts durch Abplattung der Zellen des Eistiels und Anordnung derselben in zwei oder mehr Reihen bedingt. Beim Beginn der Verkürzung kann man die Umwandlung des einreihigen Eistiels in einen zweireihigen ziemlich deutlich beobachten. Die frühere cubische Form der Zellen geht in eine prismatische über, dabei lagern sich die Zellen schon beim Anfang des Processes stellenweise in zwei Reihen (vgl. Fig. 4 pin. *Est*). Etwas später kann man am vorderen Theile des Eistiels schon drei Zellenreihen constatiren (Fig. 5 *Est*), wobei der Eistiel viel dicker geworden ist. Leider gelang es mir nicht, alle Übergangsstadien der Verkürzung zu verfolgen. Zwischen den ersten Stadien (Fig. 4 pin. u. 5 pin.) und dem letzten Stadium (Fig. 6 pin.) liegt eine weite Kluft, wesshalb eine genaue Erklärung der Erscheinung nicht möglich ist.

Während der beschriebenen Verkürzung des Eistiels treten im Follikel und in der Eizelle überaus wichtige Vorgänge auf. Im Follikel

Digitized by Google

nämlich verdickt sich das Epithel desselben bedeutend an einer Seite des Eies. Die Folge davon ist, dass der Follikel sich in zwei Theile, in einen vorderen und hinteren theilt. Eine rinnenförmige Vertiefung auf der Oberfläche des Follikels begrenzt beide Theile (Fig. 4 pin. *Vfe*). Die Rinne verläuft schief und bezeichnet die Stelle, wo später die Proliferation des Follikelepithels auftritt.

Die während der Eistielverkürzung eintretenden Veränderungen in der Eizelle sind den Vorgängen der Eireifung anderer Thiere vollkommen homolog. Sie bestehen in der Bewegung und dem scheinbaren Verschwinden des Keimbläschens und in der Bildung der Richtungsbläschen. Das anfangs in der Mitte des Dotters befindliche (Fig. 1 pin. *Kb*) Keimbläschen rückt etwas später nach hinten in das freie Ende des Eies (Fig. 2 pin. *Kb*). Welche Veränderungen es dabei erleidet, ist mir unbekannt geblieben. In einem späteren Stadium traf ich am freien Ende des Eies ein Richtungsbläschen an; es erscheint in Form einer gekernten Zelle. Im benachbarten Pole des Eies bemerkt man den Kern, wahrscheinlich den nach der Abschnürung des Polzellenkernes zurückbleibenden Überrest des Keimbläschens. In einem vermuthlich etwas späteren Stadium findet man dieselbe Richtungszelle im hinteren Pole des Eies, nur ist der Überrest des Keimbläschens etwas verändert. Im hinteren Pole des Eies befindet sich eine homogene Protoplasmamasse, in welcher ein nicht scharf contourirter Kern liegt. Letzterer enthält einen rosettenförmigen Haufen kleiner Körnchen.

In dem Stadium, wo die Zellen des etwas verkürzten Eistiels dreireihig angeordnet sind, trifft man am freien Pole des Eies zwei Richtungszellen an, von denen eine genau am Eipol, die andere etwas seitlich gelagert ist. Der Eipol weist denselben Bau, wie vor der Bildung der zweiten Richtungszelle auf. Er besteht aus einer hellen protoplasmaähnlichen Substanz, welche aber ganz verschieden vom Dotterprotoplasma ist.

Der Vergleich der Entwicklung in diesen Stadien mit den ersten Vorgängen im Ei anderer Thiere lässt die Ähnlichkeit derselben mit den sog. Reifungsvorgängen des Eies nicht verkennen. Es handelt sich hier wie dort um die Bildung der Richtungs- resp. Polzellen und um die Veränderungen des Keimbläschens, was im Allgemeinen mit den entsprechenden Vorgängen in den Eiern anderer Thiere so ziemlich vollständig übereinstimmt. Leider gelang es mir nicht, eine vollständige Reihe der Entwicklungsstadien dieser Periode zu erhalten, um die Vergleichung der ersten Entwicklungsvorgänge des Salpeneies mit denjenigen anderer Thiere genau durchzuführen und die Bildung des Ei-

Digitized by Google

kernes, die Copulation desselben mit dem Samenkerne und die Bildung des ersten Furchungskernes zu verfolgen. In dieser Beziehung existirt in meinen Untersuchungen eine Lücke, was um so empfindlicher ist, als die Untersuchungen anderer Beobachter ebenfalls diese ersten Veränderungen unberührt lassen.

Das nächste Stadium, welches mir zur Beobachtung kam, zeigt das Ei schon ohne den Eistiel (Fig. 6 pin.). In Folge des Verschwindens des Eistiels wird eine unmittelbare Communication zwischen der Höhle des Oviducts und der des Follikels hergestellt. Der Oviduct durchsetzt schief die Höhle des Epithelialhügels und ist zu beiden Seiten von den Blutsinusen begleitet. Der Epithelialhügel ist jetzt bedeutend größer. In diesem Stadium bemerkte ich zum ersten Male im Innern des Oviducts kleine Körperchen, welche ich für Spermatozoen ansehen muss. Diese liegen meist im Innern des Oviducts, doch trifft man auch einige in den Zellen des Epithelialhügels. Da ich bei keinem von den untersuchten Eiern aus diesem Stadium diese Spermatozoen vermisst habe, fühle ich mich zum Ausspruch berechtigt, dass in diesem Stadium die Befruchtung schon vollzogen ist. Diese Voraussetzung findet reichliche Bestätigung im Verhalten des Eierstocks und der Eizelle, im Verhältnis des Oviducts zum Follikel etc. Die Befruchtung muss sofort nach der Verkürzung des Eistiels eintreten, und zwar 1) weil erst nach der Verkürzung eine unmittelbare Communication zwischen dem Oviduct und der Follikelhöhle hergestellt wird; früher waren beide Höhlen durch den soliden Eistiel, durch den die Spermatozoen nicht eindringen konnten, von einander getrennt; 2) weil während der Existenz des Eistiels die Höhle des Oviducts immer leer ist, und erst nach dem Verschwinden desselben man beständig die eben beschriebenen Körperchen findet, welche ich für Spermatozoen halte; 3) weil die Gestalt dieser Körperchen, ihre Größe und ihr Verhalten zu Carmin genau so ist, wie bei den Spermatozoenköpfchen; 4) weil in den jetzt betrachteten (Fig. 6 pin. u. 7 pin.) Stadien die Theilung des ersten Furchungskernes eintritt, was natürlich auf die schon geschehene Befruchtung hinweist. TODARO giebt ebenfalls an, dass die Befruchtung in diesem Stadium geschehen soll; nach ihm bilden sich aber die Polzellen gleichzeitig mit dem Spermakern, was er beobachtet haben will. Dieses muss ich ganz entschieden verneinen, da bei allen Salpen die Bildung der Polzellen zu einer Zeit, wo der Eistiel noch vorhanden ist, vor sich geht, folglich die Befruchtung schwerlich zu Stande kommen könnte. In der Eizelle werden nun (Fig. 6 pin., 7 pin. u. 8 pin.) die ersten Andeutungen der Theilung bemerkbar, indem der erste Furchungskern

Digitized by Google

sich theilt. Die Theilung geht in der Äquatorialebene vor sich und die beiden Kerne der ersten Furchungskugel sind nach der Längsachse des Eies gelagert. Zum Schluss der Betrachtung dieses Stadiums will ich anführen, dass die Eizelle schon jetzt einer Wand des Follikels so dicht anliegt, dass sie an dieselbe fast angewachsen erscheint. Die Follikelzellen sind an dieser Stelle etwas höher als an den übrigen Stellen; besonders hoch sind die Zellen, welche der hintern freien Fläche der Eizelle anliegen. Ich muss diese Verhältnisse der Follikelzellen besonders betonen, weil diese Stelle der Follikelwand namentlich diejenige ist, von welcher später die Proliferation der Follikelzellen ausgeht.

Das Stadium der Viertheilung der Eizelle ist für die weitere Entwicklung besonders wichtig, weil hiermit gleichzeitig die Abtrennung der Follikelzellen und die Bildung der Placenta beginnen. Die äußeren Veränderungen des Eies bestehen im Wachsthum des Epithelialhügels und in der Verkürzung des Oviducts. Der Epithelialhügel ist kuppelförmig aufgetrieben (Fig. 10 pin.); der Follikel mit dem Oviduct hat eine retortenförmige Gestalt und mündet mit einer weiten Öffnung in der Mitte des Epithelialhügels in die Athemhöhle aus. Bei der Totalansicht der Präparate kann man sich überzeugen, dass die Gestaltveränderungen des Oviducts durch die Verkürzung desselben in seiner Längsachse hervorgebracht werden. An solchen Präparaten sieht man noch das zugespitzte vordere Ende des Follikels, wo sich früher die Richtungszellen befanden (Fig. 10 pin.). Der Epithelialhügel (Fig. 9 pin. u. 10 pin. *Eph*) besteht aus großen cylindrischen Zellen, welche nach der Peripherie zu sich allmählich verkürzend in die Athemhöhlenwand übergehen. Eben solche Abplattung der Epithelialhügelzellen bemerkt man auch im centralen Theil des Hügels, wo die Mündung des Oviducts liegt. Dieser obere Theil des Epithelialhügels stellt schon jetzt eine ziemlich gesonderte Partie dar, die wir ihrem weiteren Schicksal entsprechend als Ectodermkeim bezeichnen können (Fig. 9 pin. *Eck*). Der übrige größere Theil des Epithelialhügels stellt die Anlage der Placenta vor (Fig. 9 pin. *Pc*). Die beiden Theile unterscheiden sich schon jetzt durch ihr Verhalten zu den Blutsinusen, welcher Unterschied später noch schärfer hervortritt. Die Blutsinuse befinden sich nur im Placentartheil des Epithelialhügels, während der Ectodermkeim dem Oviduct dicht anliegt.

Die Theilung der Eizelle in vier Blastomeren muss, nach der Lage der letzteren zu urtheilen, in der Meridionalebene vor sich gehen. Die Blastomeren sind von ungleicher Größe; die zwei im oberen Theil des Follikels befindlichen sind Mikromeren, während die beiden anderen

Digitized by Google

Makromeren darstellen (*Bm*[1]). Die Furchung ist inäqual. Zwischen den Mikro- und Makromeren bemerkt man noch die Richtungszellen (Fig. 10 pin. *Rb*), welche nun eine dreieckige Form besitzen und wie ursprünglich den zugespitzten Theil des Follikels einnehmen. Die Blastomeren sind der Follikelwand angeklebt. Das Follikelepithel ist an den Stellen, wo die Blastomeren liegen, bedeutend verdickt und stellt wenigstens unter den Mikromeren ein scharf abgegrenztes Polster dar. An derselben Stelle, wo wir im vorigen Stadium die verlängerten Epithelialzellen antrafen, bemerkt man jetzt eine starke Wucherung derselben, welche schon an unzerlegten Präparaten von außen leicht zu sehen ist. Auf Längsschnitten erkennt man, dass oberhalb der Mikromeren (Fig. 9 pin. *Flz*) die Follikelzellen, wahrscheinlich in Folge starker Vermehrung, eine verschobene Reihe bilden und den Mikromeren dicht anliegen. Es sind dies die ersten Zellen, welchen bei der weiteren Entwicklung eine große Rolle zufällt, und welche wir als Gonoblasten bezeichnen wollen (Fig. 9 pin. u. 10 pin. *Gb*). Auf Horizontalschnitten durch den Follikel aus annähernd gleichem Entwicklungsstadium kann man sehen, dass die Proliferation der Gonoblasten an beiden Seiten des Follikelepithels ziemlich gleichzeitig auftritt und von hier nach dem Centrum fortschreitet (Fig. 11 pin. *Gb*).

Einmal begonnen, geht die Bildung der Gonoblasten sehr schnell vor sich. In einem etwas späteren Stadium (Fig. 12 pin.) sind schon alle Blastomeren von den Gonoblasten umhüllt. Die Theilung der Blastomeren dagegen geht sehr langsam vor sich, was sich schon aus ihrer bedeutenden Größe erschließen lässt. Die beiden Zellelemente sind durch ihre Größe, durch die Beschaffenheit ihrer Kerne und durch ihr Verhalten zu den Färbemitteln so verschieden, dass man sie sehr leicht von einander unterscheiden kann. Die Blastomeren haben große kugelförmige Kerne mit wohlentwickeltem Nucleoplasmanetz; die Gonoblasten besitzen ovale Kerne, deren Plasmanetz weniger entwickelt ist und feinkörnig erscheint. Die Blastomeren färben sich nur sehr schwach mit Carmin (Boraxcarmin, Picrocarmin), während die Gonoblasten sich mit diesen Stoffen sehr intensiv tingiren.

Das Stadium Fig. 12 bietet höchst wesentliche Erscheinungen in der Entwicklung dar. In diesem Stadium trifft man die weitere Differenzirung des Epithelialhügels und einige sehr wesentliche Veränderungen der Blastomeren an. Der Epithelialhügel ist bedeutend gewachsen. Die im vorigen Stadium angefangene Trennung seines oberen Theiles, welchen wir als Ectodermkeim bezeichnet haben, ist jetzt bedeutend fortgeschritten. Die beiden Theile (Fig. 12 pin. *Eck* u. *Pc*) sind

Digitized by Google

jetzt ganz gut zu unterscheiden. Zu beiden Seiten des Placentartheiles, an seiner Basis, bildet sich jetzt eine Falte der Athemhöhlenwand, welche die Anlage einer sich später entwickelnden Hülle darstellt, die wir als Faltenhülle bezeichnen wollen (Fig. 12 pin. *Flh*). Dieselbe ist jetzt um die ganze Basis des Embryo gleichmäßig entwickelt. Später wächst sie auf der einen Seite etwas schneller als auf der anderen, wodurch eine ziemlich merkliche Asymmetrie derselben entsteht.

Der Follikel öffnet sich in die Athemhöhle durch den Oviduct, welcher in diesem Stadium noch sehr lang ist. Er erscheint noch länger als im vorigen Stadium, es wäre aber möglich, dass der Schnitt (Fig. 9 pin.) durch das vorige Stadium etwas schief gegangen ist, und er desshalb nur kürzer erscheint als er in der That ist. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass der Oviduct sich verlängert, da wir in allen folgenden Stadien im Gegentheil eine Verkürzung und nicht eine Verlängerung des Oviducts antreffen. Die Keimzellen: Blastomeren und Gonoblasten, bilden einen Haufen, welcher einer Seite der Follikelwand angewachsen ist. Auf der anderen Seite ist zwischen dem Keimzellenhaufen und der Follikelwand eine Höhle vorhanden, welche wir Follicularhöhle nennen wollen (Fig. 12 pin. *Fh*). Dieselbe hat im Vergleich zum vorigen Stadium bedeutend abgenommen und erscheint in der Form einer Spalte, welche nach oben in die Höhle des Oviducts übergeht. Das Verhalten der Blastomeren zu den Gonoblasten ist aus der beigefügten Figur genau ersichtlich, so dass ich mich hier bei einer Beschreibung derselben nicht länger aufzuhalten brauche. Die Blastomeren, deren Zahl auf dem Längsschnitt sehr gering ist (es sind nämlich sechs) sind von den Gonoblasten vollständig umwachsen. Ich will hier auf die merkwürdigen Veränderungen im histiologischen Bau der Blastomeren aufmerksam machen. Das Protoplasma derselben, welches in allen früheren Stadien feinkörnig, beinahe homogen war, zerfällt jetzt in kleine, mannigfaltig gestaltete Parcellen, die theils um den Kern, theils in der Peripherie der Zellen gelagert sind. Als ich zum ersten Mal diesen eigenthümlichen Zerfall des Protoplasma beobachtete, glaubte ich es mit dem Product der Einwirkung der Conservations- oder Färbeflüssigkeit zu thun zu haben. Derselbe kommt aber so beständig in gewissen Stadien der Entwicklung, namentlich nach dem ersten Furchungsstadium, vor und erscheint von der Art der Conservirung so unabhängig, dass ich bald zur Überzeugung gelangte, dass diese Veränderungen des Protoplasma normale Entwicklungsvorgänge darstellen. Im Allgemeinen zerfällt das Protoplasma in einen centralen, den Kern umgebenden Hof, und in mehrere peripherische, polygonale

Digitized by Google

Stücke. Die Form der Blastomeren ändert sich diesem Zerfall des Protoplasma entsprechend. Die Blastomeren bekommen eine birnförmige Gestalt, indem der Theil derselben, wo der Kern liegt, sich etwas verjüngt, der entgegengesetzte aber bedeutend erweitert erscheint (Fig. 14 *Bm*). Was die Gonoblasten anbetrifft, so bieten dieselben außer der starken Vermehrung keine bemerkenswerthen Veränderungen dar. Sie umwachsen jetzt jedes Blastomer von allen Seiten und bilden um den Blastomerenhaufen eine allgemeine Hülle, welche denselben nach außen resp. von der Follikelwand abgrenzt. Es war oben erwähnt, dass die beiden Arten der Embryonalzellen (Blastomeren + Gonoblasten) mit einer Seite der Follikelwand angewachsen sind. Diese Stelle der Follikelwand ist etwas verdickt und bildet, wie man an Querschnitten ersieht (Fig. 14 pin.) die Hauptmasse der Gonoblasten, von welcher die Reihen der Gonoblasten fächerförmig sich ausbreiten, um die Scheidewände zwischen den einzelnen Blastomeren zu bilden.

Die folgenden Stadien (Fig. 13 pin., 14 pin. u. 15 pin.) sind durch weitere Differenzirung der eben angedeuteten Theile: Ectodermkeim, Placenta, Faltenhülle etc. charakterisirt. Die Ausbildung des Ectodermkeimes und der Placenta macht schon bedeutende Fortschritte im Stadium Fig. 13 pin., erscheint aber noch vollständiger im folgenden Stadium (Fig. 15 pin.), wo der Oviduct schon vollkommen verschwunden ist. Im Stadium Fig. 13 pin. trifft man denselben noch in Form eines wohl ausgebildeten Rohres an, welches schon ausschließlich im Ectodermkeim liegt; in Fig. 14 pin. findet man schon keine Spur desselben. Das Verschwinden des Oviducts geht so schnell vor sich, dass ich den Process selbst nicht beobachten konnte. Es scheint, als ob sich die Zellen desselben den Gonoblasten und Follikelzellen beimischen und zusammen die Umhüllungsmasse der Blastomeren bilden; dafür spricht die Verdickung der obern Wand des Follikels, welche im Stadium Fig. 15 pin. sehr deutlich hervortritt. Der Ectodermkeim besteht aus einer Schicht abgeplatteter Zellen, welche nach unten continuirlich in die Placenta übergehen, welche letztere mit der Zeit sich mehr und mehr verdickt. Die Höhle der Placenta ist von den Blutsinusen vollkommen erfüllt. Wir haben gesehen, dass in den früheren Stadien zwei solche Bluthöhlen vorhanden waren, welche zu beiden Seiten des Oviducts lagen. In den späteren Stadien, von dem in Fig. 12 pin. abgebildeten angefangen, tritt noch ein besonderer Sinus auf, der sich unter dem Follikel bildet und die beiden seitlichen Blutsinuse von einander trennt. In diesen letzteren Blutsinus tritt später ein Fortsatz der Follikelwand hinein, welcher wahrscheinlich ein blutkörperchenbildendes

Digitized by Google

Organ darstellt und der von TODARO zuerst beschriebenen »blutbildenden Knospe« (bottone ematogene) vollkommen entspricht.

Die Bildung dieses Organs hängt mit der Wucherung des unteren Theiles der Follikelwand zusammen, welche in dem Stadium Fig. 17 pin. eben begonnen hat. Fig. 17 pin. stellt einen Längsschnitt des Embryo aus der Zeit dar, wo er von der Follicularhülle mehr als $^2/_3$ überwachsen ist. Der Unterschied zwischen der Länge beider Blätter der Follicularhülle ist jetzt noch bedeutender als früher geworden und erlaubt schon über die verschiedenen Seiten des Embryo sich ganz gut zu orientiren. Wenn man die Stadien des Umwachsens mit den späteren Stadien vergleicht, so kann man sich leicht überzeugen, dass das größere Blatt dem vorderen (neuralen) Theil des Embryo, das kleinere dem hinteren (hämalen) entspricht. Um diese beiden Seiten mit dem definitiven Zustande des Salpenkörpers vergleichen zu können, muss man den Körper der Salpe sich aufrecht vorstellen, so dass die vordere Seite des Embryo der oberen, die untere der hinteren Seite des ausgebildeten Thieres bei normaler Stellung entsprechen soll. Die Bezeichnung »oben« und »unten« beim Embryo ist schon aus der Lage des Vorn und Hinten verständlich. Eine genaue Orientirung ist bei einem so zusammengesetzten Object, wie der Salpenembryo, überaus wichtig, weil man nur durch die Kenntnis der Lagerungsverhältnisse der Organe eine richtige Idee von der Schnittrichtung und vom Bau des Embryokörpers erhalten kann. Um die jedesmalige Beschreibung jeder Schnittrichtung zu vermeiden, will ich hier anführen, dass ich als »Längsschnitt« einen vertikalen, longitudinalen Schnitt bezeichnen werde; die Schnitte, welche zu diesen senkrecht geführt werden, nenne ich »Querschnitte«; die Schnitte endlich, welche der Athemhöhlenwand parallel und durch den Embryo horizontal geführt werden, bezeichne ich als »horizontale« Schnitte.

Die Umwachsung des Embryo durch die Faltenhülle ist in den Fig. 17—21 pin. dargestellt; von diesen sind Fig. 17 pin., 18 pin. u. 21 pin. Längs-, Fig. 19 pin. u. 20 pin. Querschnitte. Der Umwachsungsprocess selbst geht so einfach vor sich, dass ich kaum brauche bei der Beschreibung desselben mich länger aufzuhalten. Bemerken will ich nur, dass das innere Blatt der Falte immer dicker als das äußere ist, und dass am Schluss der Umwachsung die Faltenränder einen Wulst bilden.

Da die beiden Hälften der Faltenhülle nie mit einander verwachsen, so entsteht im oberen Theile der Hülle eine Öffnung, welche in einen ziemlich weiten Canal führt. Letzterer dient als Verbindung der mit-

Digitized by Google

terlichen Athemhöhle mit der Höhle der Faltenhülle und ist von gewucherten Zellen der letzteren ausgekleidet. (Der Canal ist in Fig. 26 pin., 29 pin. u. 30 pin. mit *Vcl* bezeichnet.)

Viel wichtiger und mannigfaltiger als der Umwachsungsprocess sind die Veränderungen des Embryo, welche zu dieser Zeit angetroffen werden. Zunächst müssen wir die Placenta mit dem Ectodermkeim und den Follikel ins Auge fassen, dessen Differenzirung zur vollständigen Ausbildung der Placenta und des Ectoderms führte. In einem etwas jüngeren Stadium (Fig. 15 pin.) sieht man schon den oberen Theil der Placenta an der Grenze des Ectodermkeimes sich sehr stark verdicken, welche Verdickung durch Wucherung ihrer Zellen bedingt wird. Die Zellen haben eine cylindrische Gestalt und bilden, wie früher, nur eine Schicht, welche schon in diesem Stadium von der kleinzelligen und dünnen Schicht des Ectodermkeimes sich ziemlich scharf absetzt. Im folgenden Stadium (Fig. 17 pin.) ist die Abtrennung der Placenta vom Ectodermkeim vollkommen beendigt. Der obere Theil derselben ist verdickt und stülpt sich nach innen zum Blutsinus und unter die Follikelwand ein. Er bildet auf solche Weise um den Embryonaltheil einen Wulst, welchen wir als Randwulst der Placenta bezeichnen können. Derselbe (Fig. 17 *Pcrw*) liegt der Follikelwand und der Blutknospe (Fig. 17 *Blk*) dicht an.

Die Veränderungen des Follikels bestehen hauptsächlich in starker Verdickung seiner Wände, welche ebenfalls schon in einem früheren Stadium begonnen hat (vgl. Fig. 15 pin.). Das früher einschichtige, cylindrische Epithel verwandelt sich jetzt in eine mehrschichtige, aus polygonalen Zellen bestehende Lage. Der Follikel stellt nun eine vollständig geschlossene Hülle dar und ist durch eine kleine Spalte (die Follicularhöhle) von den Embryonalzellen (Blastomeren- und Gonoblastenhaufen) getrennt. Nach unten zu geht er in die »Blutknospe« über, welche nichts weiter als eine Verdickung der unteren Wand des Follikels vorstellt.

Etwas anders tritt uns die Follikelwand in einem folgenden, in der Fig. 18 dargestellten Stadium entgegen. Der untere Theil derselben (Fig. 18 pin. *Pgw*) resp. die Blutknospe mit den anliegenden Zellen ist nun von den übrigen Theilen (Fig. 18 pin. *Plw*) vollkommen abgetrennt und mit den Randwülsten der Placenta verbunden. Die Abtrennung geschieht genau an derselben Stelle, welche im vorigen Stadium dem Randwulste anlag. Diese Stelle ist schon im Stadium Fig. 17 pin. durch die Dünnheit ihrer Wände ausgezeichnet (Fig. 17* pin.). In den anliegenden Theilen der Randwülste geht gleichzeitig

Digitized by Google

eine starke Zellvermehrung vor sich, in Folge deren dieselben zweischichtig erscheinen (Fig. 18 pin. *Perw*).

Die untere Schicht verbindet sich innig mit der Blutknospe und bildet mit ihr eine in der Mitte verdickte Platte, welche nun die obere Wand der Placenta, das Placentargewölbe, darstellt. Es sind somit alle Theile der Placenta gebildet. Die Placenta stellt jetzt ein kuppelförmiges Organ dar, welches den Blutsinus von allen Seiten umgiebt und als Unterlage für den Embryonaltheil dient. Ihre äußere Wand besteht aus einer Schicht großer, cylindrischer Zellen; die obere Wand ist aus einer Schicht kleiner abgeplatteter Zellen zusammengesetzt.

Die Wände der Blutsinuse bestehen aus einer Schicht endothelartiger Zellen, welche der oberen und unteren Wand der Placenta anliegen. Man unterscheidet schon in den früheren Stadien drei Sinuse, von denen einer in der Mitte der Placentarhöhle liegt, während die beiden anderen die Peripherie derselben einnehmen. Der erstere scheint mit den letzteren in keiner Verbindung zu stehen, während die Seitensinuse eine zusammenhängende Höhle darstellen (Fig. 12 pin., 15 pin.). Die Rolle des mittleren Sinus ist mir nicht ganz klar geworden. Er scheint vollständig geschlossen zu sein. Nach der Bildung der Blutknospe tritt diese in ihn hinein und bildet später eine Scheidewand, welche die Placentar- resp. die Bluthöhle in zwei Theile, einen zuführenden und einen abführenden trennt.

Was endlich den Embryonalhaufen anbetrifft, so bietet derselbe sehr unbedeutende Veränderungen dar. Er besteht wie früher aus einer sehr geringen Anzahl Blastomeren, die von den Gonoblasten vollständig eingehüllt sind. Die Vermehrung der Blastomeren scheint in diesen Stadien sehr langsam vor sich zu gehen. Ich konnte von ihnen nie über zehn zählen. Jedes Blastomer besteht aus zwei ziemlich scharf getrennten Theilen, einem kleineren, kerntragenden, aus feinkörnigem Protoplasma bestehenden und einem großen, kugelförmigen Abschnitt, in welchem die oben erwähnten polygonalen Protoplasmapartikelchen liegen. Letztere haben große Ähnlichkeit mit dem Deutoplasma anderer Eier, sind auch ihrem späteren Schicksal nach ihm vollkommen analog. Die Kerne der Blastomeren behalten ihren früheren Charakter, können desshalb von den Kernen der übrigen Zellen sehr gut unterschieden werden. Dasselbe kann auch über das Protoplasma ausgesagt werden, weil es in den mit Carmin gefärbten Präparaten aus der Masse der übrigen Zellen sehr scharf hervortritt. Der Haufen von Blastomeren und Gonoblasten ist an die Follikelwand angewachsen, so dass keine Grenze zwischen beiden wahrnehmbar ist. Dem späteren

Digitized by Google

Schicksal nach sind sie auch kaum von einander zu unterscheiden. Sie bilden zusammen die Anlagen der meisten Organe des Salpenkörpers und entsprechen somit demjenigen Embryotheil, welcher am besten mit dem Mesoderm und Entoderm anderer Thiere verglichen werden könnte. Desshalb nenne ich diesen Theil primitives Entoblast und will damit nur sagen, dass er die Anlage der meisten inneren Organe darstellt.

Nachdem wir die Entwicklungsstadien dieser ersten Periode betrachtet haben, können wir die von uns gewonnenen Resultate mit denen anderer Beobachter und vorzüglich mit denjenigen von TODARO vergleichen. Die Untersuchungen des italienischen Forschers nehmen dem Umfange und der Genauigkeit nach unter allen Arbeiten den ersten Platz ein. Außerdem bieten sie uns ein besonderes Interesse schon desshalb, weil sie hauptsächlich dieselbe Salpenspecies behandeln, mit der wir uns eben beschäftigten.

Die Hauptergebnisse meiner Untersuchungen in Bezug auf die ersten Vorgänge bei der Entwickelung von Salpa pinnata können folgendermaßen zusammengefasst werden:

1) Die Reifungsvorgänge des Eies bestehen in der Verkürzung des Eistiels und in der Bildung der Polzellen, welche letztere noch vor dem Ende des Verkürzungsprocesses eintritt. In Folge dessen vermuthe ich, dass die Befruchtung viel später als die Bildung der Polzellen geschieht. Damit stimmt auch das Auftreten der Spermatozoen im Oviducte überein, welche erst nach der Verkürzung des Eistiels erscheinen.

2) Nach der Viertheilung des Eies beginnt die Proliferation der Follikelzellen, welche die Blastomeren vollständig umgeben und die Hauptmasse der Embryonalzellen darstellen.

3) Zu den als Eizelle, Eistiel, Oviduct etc. bezeichneten Theilen des Eies muss man noch den hügelförmig verdickten Theil der Athemhöhlenwand — den Epithelialhügel — hinzufügen, der sich später in einen oberen und einen unteren (ectodermalen und placentaren) Abschnitt sondert und eine wichtige Rolle bei der Ausbildung des Embryo spielt.

4) Die Furchung des Eies geht sehr langsam vor sich. Sie beginnt, nachdem die Verkürzung des Oviducts schon vor sich gegangen ist. Diese Verkürzung geschieht während der ganzen Furchung und Umwachsung der Furchungszellen und führt endlich zur Verwandlung des Follikels in ein sackförmiges Gebilde, an dessen Innenfläche die Embryonalzellen angewachsen sind. Bei der Contraction des Oviducts

Digitized by Google

dringt der Follikel in die Höhle des ectodermalen Theils des Epithelialhügels ein und füllt dieselbe schließlich vollkommen aus.

5) Nachdem die Sonderung des Epithelialhügels begonnen, erhebt sich die Athemhöhlenwand um seine Basis in Form einer Falte, die später den ganzen Embryo sammt der Placenta umhüllt und als Faltenhülle bezeichnet werden kann.

Diese Ergebnisse stimmen mit denen von TODARO nicht überein. In der ersten Arbeit von TODARO (Atti della Reale Accademia dei Lincei Tomo 2⁰, Serie 2ª) sind die ersten Embryonalvorgänge sehr oberflächlich behandelt, was schon aus der Vergleichung seiner Fig. 9 mit Fig. 10 leicht ersichtlich ist. Zwischen den beiden auf diesen Figuren dargestellten Stadien befindet sich offenbar eine sehr bedeutende Kluft, welche die Deductionen von TODARO als vollkommen a priori erscheinen lässt. Fig. 9 von TODARO stellt uns das Ei im Stadium der Furchung dar (wie es von TODARO selbst erklärt wurde); in Fig. 10 ist ein Embryo abgebildet, bei welchem bereits die secundäre Follikelhöhle (von welcher später die Rede sein wird) erschienen ist.

In der zweiten Arbeit, von welcher wir gegenwärtig nur eine vorläufige Mittheilung besitzen (Atti della Acc. Lincei Tomo 4⁰, Ser. 3ª, p. 1—3), sind hauptsächlich die ersten Vorgänge der embryonalen Entwicklung berücksichtigt worden. Zugleich berichtet hier TODARO über seine wichtige Entdeckung der Proliferation der Follikelzellen. Zur bequemeren Orientirung bei der Zusammenstellung meiner Untersuchungen mit denen von TODARO lasse ich unsere Angaben, von den ersten Entwicklungsphasen an, hier folgen.

Was zunächst das Ei anbetrifft, so bezeichnet TODARO die von mir als Eistiel und Oviduct unterschiedenen Theile des Eierstocks einfach als Oviduct und nimmt dabei eine in der ganzen Länge des Eistiels vorhandene Höhle an. Hiermit kann ich mich durchaus nicht einverstanden erklären, weil der Eistiel, wie schon von CARL VOGT früher angegeben worden, eine solide Bildung darstellt; er besteht aus einer einzigen Reihe säulenförmig angeordneter Zellen. Hiervon kann man sich sehr leicht an frischen, wie an conservirten und gefärbten Objecten überzeugen. TODARO spricht von Querschnitten, an welchen er das Lumen sehr deutlich gesehen habe (Att. T. 2⁰, p. 7), ohne Angabe des Theiles, aus welchem er die Querschnitte gemacht hatte.

Den von mir als Ectodermhügel bezeichneten, hügelförmig verdickten Theil der Athemhöhlenwand nennt TODARO »uterus« und führt den Vergleich desselben mit dem gleichen Organ der Säugethiere so weit,

Digitized by Google

dass er an ihm alle Theile des Säugethieruterus: den Körper, Hals etc. zu unterscheiden im Stande ist. Der Uterus der Salpen soll nach TODARO aus drei Schichten bestehen: einer epithelialen, einer musculösen und einer gefäßreichen Schicht. In Bezug auf solchen Bau des Uterus muss ich anführen, dass es mir in keiner Entwicklungsperiode und bei keiner Species gelang, diese drei Schichten zu unterscheiden. Der TODARO'sche Uterus besteht vielmehr aus einer Epitheliallage, welche eine unmittelbare Fortsetzung des Epithels der Athemhöhlenwand darstellt, und aus den Wänden des Blutsinus, die dieser Epithelschicht von innen anliegen. Ebenfalls sehe ich keine Nothwendigkeit am Uterus einen Körper, Hals etc. zu unterscheiden, wie es von TODARO geschehen ist. Wenn diese Theile überhaupt unterschieden werden sollen, so müsste man wegen der in Natur undeutlichen Abgrenzung hier willkürliche Grenzen setzen.

Wenn auch die Verwerthung der TODARO'schen Angaben in Bezug auf den primitiven Uterus (so nenne ich den TODARO'schen Uterus, der vor der Bildung der Faltenhülle erscheint und meinem Epithelialhügel entspricht) so ziemlich gelänge, so treten doch bei der weiteren Vergleichung seiner Angaben mit den meinigen bedeutende Schwierigkeiten auf. Der Vergleich wird schon bedeutend durch die äußerst unbestimmte Nomenclatur in den beiden Arbeiten von TODARO erschwert.

In der ersten Arbeit ist das von uns Placenta benannte Organ von TODARO als membrana germoblastica, ovogene oder membrana placentalis bezeichnet worden; in seiner zweiten Arbeit giebt er demselben den Namen decidua diretta.

Die Faltenhülle ist in der ersten Arbeit theils als membrana amniotica bezeichnet, und die Höhle, welche sie von außen begrenzt, soll nach ihm die Amnionhöhle darstellen. Im zweiten Aufsatz erscheint die Faltenhülle unter dem Namen »porzione reflessa« des Uterus und soll die sogenannte epitheliale Höhle des Uterus begrenzen.

Die membrana amniotica stimmt mit der porzione reflessa gar nicht überein, da die erstere aus drei Schichten bestehen soll (genau wie die Faltenhülle, die zwischen den beiden Epithelplatten der Athemhöhlenwandfalte die Gefäße einschließt), die letztere aber nur aus einer Schicht von »kleinsten gekernten« Zellen zusammengesetzt sein soll (Atti II, p. 14).

Leider giebt TODARO keine Anhaltspunkte zur leichteren Zusammenstellung der von ihm in beiden Arbeiten beschriebenen Embryonaltheile. Eine Parallele ließe sich nur auf Grundlage des histiologischen

Digitized by Google

Baues zwischen der TODARO'schen und meiner Beschreibung ziehen. Ein solcher Vergleich zeigt, dass die den Embryo von außen umhüllende Faltenhülle der TODARO'schen decidua reflessa entspricht, während seine decidua diretta resp. membrana placentalis mit den Seitenwänden der Placenta, mit denjenigen nämlich, welche aus dem Epithelialhügel entstehen, übereinstimmt. Meine Ansicht über die Entstehungsweise und die Beziehungen dieser beiden Gebilde zu einander ist von der TODARO'schen etwas verschieden.

TODARO betrachtet seine decidua diretta und reflessa (Placenta und Faltenhülle) zusammen als Uterus, hält also die beiden Hüllen für Theile des letzteren, die den Deciduen des Säugethiereies homolog sein sollen. Von vorn herein ist schon die Oberflächlichkeit dieser Ansicht in die Augen springend. Die beiden Hüllen haben mit den Deciduen der Säuger wenigstens in morphologischer (wenn nicht auch in physiologischer) Hinsicht keine Ähnlichkeit, eben so wie der Uterus selbst vom Säugethieruterus in morphologischer Beziehung sehr weit absteht. Ich muss hier überhaupt einen Zusammenhang des TODARO'schen Uterus (Epithelialhügel) mit der Faltenhülle bestreiten. Diese Gebilde haben nur das Gemeinsame, dass sie beide aus der Athemhöhlenwand hervorgehen; ich sehe darin aber noch keinen Grund für die Annahme der Entstehung der Faltenhülle durch eine Faltung des Uterus. Desswegen betrachte ich sie vollkommen isolirt von einander, und um dem Vorwurf einer vorgefassten Meinung zu entgehen, bezeichne ich die TODARO'sche decidua reflessa mit dem neutralen Namen »Faltenhülle«. Die äußeren Wände der Placenta sind von TODARO als membrana ovogene oder membrana germoblastica bezeichnet; diesen Hüllen schreibt er eine besonders wichtige Rolle beim Knospungsprocess zu. Da ich schon bei einer früheren Gelegenheit meine Ansicht hierüber geäußert habe[1], so begnüge ich mich hier mit der Verweisung auf die angegebene Stelle. Hinzufügen muss ich, dass die Theilnahme der Placentarzellen (der Germoblasten von TODARO) an der Knospung, selbst nach Beobachtungen von TODARO, unbewiesen erscheint. Zur Zeit der Bildung des Knospenstockes enthalten die Salpenembryonen so viele verschiedene, freie Zellen ungleicher Form und verschiedenen Ursprungs, dass die Bestimmung der Theilnahme dieser oder jener Zelle an der Bildung des Knospenstockes vollkommen unmöglich ist. Die Ähnlichkeit der Zellform lässt hier keinen Schluss auf gleichen Ursprung zu; folglich kann auch nicht bewiesen werden, dass gerade diese Zelle der Placenta, und

[1] Morphol. Jahrb. III. 1877. p. 554 ff.

Digitized by Google

nicht eine andere des Mesoblastes in den Stolo hineingeht und das Entoderm resp. die Anlage des Eies mitproducirt.

Endlich muss ich auf den von TODARO als »cerchio blastodermico« bezeichneten Theil aufmerksam machen. Der Name ist vollkommen verfehlt. Mit dem sogenannten Blastoderm hat dieses Gebilde nichts zu schaffen; erstens, weil das Blastoderm in dem Sinne, in welchem dieses Wort überhaupt gebraucht wird, bei den Salpen gar nicht vorhanden ist (was schon einigermaßen aus den besprochenen Stadien des Furchungsprocesses ersichtlich ist und weiter unten noch genauer bewiesen werden soll); zweitens, weil selbst wenn man mit TODARO den Überrest der Follikelhülle, die Theile der Placenta etc. als Blastoderm bezeichnen wollte, auch in solchem Falle das »cerchio blastodermico« zu dem Blastoderm in keiner Beziehung steht. Ich habe schon früher erwähnt, dass das »cerchio blastodermico« nichts weiter als der verdickte obere Rand der Placenta — der Randwulst der Placenta — ist. Derselbe entsteht zur Zeit der Abtrennung der Placenta aus dem Ectodermkeim, mit welchem sie früher zusammen den Epithelialhügel (TODARO'schen Uterus) bildete. Es ist mir somit vollkommen unbegreiflich, wie TODARO die decidua diretta aus dem cerchio blastodermico entstehen lassen kann (Atti II, p. 14). Im Gegentheil, der Randwulst hat seinen Ursprung in einer Verdickung der Placenta, und da muss die letztere jedenfalls weit früher erscheinen als ihre Verdickung. In Bezug auf den Namen »cerchio blastodermico« will ich bemerken, dass er den wirklichen Formverhältnissen durchaus nicht entspricht. Es giebt eigentlich keine kreisförmige Verdickung, sondern der Randwulst besteht aus zwei Theilen, welche ihrer Lage nach den beiden Seiten des Embryonalleibes entsprechen. Nur in den ersten Entwickelungsstadien hat die Placenta von Salpa pinnata eine kuppelförmige Gestalt; aber zu dieser Zeit ist der Randwulst derselben nur wenig entwickelt. In späteren Stadien, während der Randwulst sich mehr verdickt, zieht sich die Placenta etwas in die Breite aus, und es bilden sich an beiden Seiten des Embryonalkörpers zwei sackförmige Erweiterungen, dagegen bleiben sowohl das vordere wie das hintere Ende ganz dünn und liegen dem Embryo resp. der Follikelwand sehr dicht an. Diese Form der Placenta kann am besten aus horizontalen Schnitten ersehen werden (vgl. Fig. 24).

Die soeben betrachteten inneren Entwicklungsvorgänge, welche zusammen die erste Entwickelungsperiode — von der Furchung bis zur völligen Umwachsung der Faltenhülle — gut charakterisiren, bestehen hauptsächlich in der Furchung der Blastomeren und in der Um-

Digitized by Google

wachsung derselben mit den Gonoblasten. Indem wir nun zur Betrachtung weiterer Entwickelungsstadien übergehen, in welchen die Organbildung vor sich geht, wollen wir mit der Beschreibung der äußeren Leibesform des Embryo in den verschiedenen Entwicklungsstadien beginnen.

Vor der Umwachsung des Embryo durch die Faltenhülle besitzt der Embryonalleib eine pyramidale Gestalt; sein unterer Theil wird durch die Placenta, der obere durch den eigentlichen Embryo präsentirt (Fig. I pin. *Em* u. *Pl*). In dem hierauf unmittelbar folgenden Stadium wächst der Embryo mehr in die Länge und Breite als in die Höhe, und in Folge dessen plattet sich der Embryonalleib etwas ab. Die Grenze zwischen dem Embryonalleib und der Placenta ist von außen sehr wenig markirt; an frischen Objecten bemerkt man, dass die Abplattung mehr den Embryonaltheil als die Placenta betrifft (Fig. III pin.). Ersterer nimmt eine biconvexe Gestalt an und ragt mit seiner unteren Wand und mit der dazu gehörenden, blutbildenden Knospe in die Placentahöhle hinein. Die Knospe wird von dem Placentablut umspült; an frischen Objecten kann man die auf- und abgehende Blutströmung ganz gut unterscheiden. (Die Strömungsrichtung ist in den beigefügten Figuren III pin. und IV pin. durch Pfeile angedeutet.) Im Embryonalkörper bemerkt man schon jetzt einen kleinen Hohlraum, welcher die innere Zellenmasse von der äußeren Hülle trennt. Die Höhle, welche bis jetzt noch sehr wenig entwickelt war, lässt die innere Masse des Embryonalkörpers schärfer hervortreten und erlaubt dabei auch zu beobachten, wie diese Masse an die obere Wand des Embryo angewachsen ist und von dort in Form von unregelmäßig gelappten Fortsätzen nach unten, in die Höhle herabhängt. Später werden wir sehen, dass die in Rede stehende Höhle zwischen der Embryonalmasse und der Follikelwand sich bildet und als secundäre Follicularhöhle bezeichnet werden kann. Der Lage nach entspricht sie vollkommen der primitiven Follicularhöhle, welche sich schon beim Beginn der Furchung bildet und hernach allmählich mit Embryonalzellen (Blastomeren und Gonoblasten) erfüllt wird. In einem späteren Stadium (Fig. IV pin.) nimmt diese Höhle schon bedeutend an Umfang zu, in Folge dessen die lappigen Fortsätze der Embryonalmasse viel schärfer hervortreten. Form und Bau dieser inneren Zellmasse kann sehr gut an Oberflächenansichten conservirter Embryonen studirt werden. Hier treten die lappenförmigen Fortsätze viel schärfer als bei frischen Objecten hervor und erscheinen in Form eines Kreuzes, dessen Äste zu dem Embryo quer und

Digitized by Google

longitudinal gerichtet sind (Fig. VI *N*, *Pc*, *Drm*). Die weiteren Entwicklungsstadien lehren, dass die lappenförmigen Fortsätze der Zellenmasse die Anlagen verschiedener Organe darstellen, welche übrigens auch hier schon angedeutet werden können. Die zwei lateralen Lappen enthalten schon ziemlich früh je eine Höhle (Fig. V pin. *Drm*) und erweisen sich bald als zwei gesonderte Anlagen der primitiven Darm- resp. Athemhöhle. Der nach vorn gerichtete Fortsatz stellt die Anlage des Nervensystemes resp. des Ganglion dar und bestimmt somit denjenigen Theil des Embryonalleibes, den wir als neurale Seite bezeichnen können. Der letzte Fortsatz endlich verwandelt sich später theilweise in die Pericardialhöhle (Fig. V pin. *Pc*) und kann als Pericardialanlage bezeichnet werden. Er bestimmt, entsprechend dem vorhergegangenen, die hämale Seite des Embryonalkörpers.

Die Form und die gegenseitige Lage dieser genannten Organanlagen erweist sich an Profilansichten conservirter und gefärbter Präparate als folgende. Die mittleren Theile des Kreuzes — die Anlagen der Athemhöhlen — stellen eine senkrecht gestellte Platte mit einem etwas abgerundeten unteren Ende, das frei in die Follicularhöhle herabhängt, dar. Eine annähernd gleiche Gestalt hat auch die Pericardialanlage, die der Darmanlage ziemlich dicht anliegt. Die Nervenanlage aber hat eine viel zusammengesetztere Form, indem sie ein Rohr repräsentirt, dessen hinteres Ende am oberen Theil des Embryo mit den anderen Anlagen zusammen befestigt ist, während das vordere Ende sich nach vorn richtet und in der Nähe des Randwulstes der Placenta an die Follicularwand inserirt.

Die Form der Placenta und ihrer unteren Öffnung ist aus der beigefügten Fig. V pin. ersichtlich. Diese Öffnung, deren Ränder unmittelbar in die Faltenhülle übergehen, stellt eine hantelförmige Spalte dar; die etwas erweiterten Enden derselben repräsentiren die Öffnungen beider Blutsinuse.

Die weiteren Entwicklungsstadien (Fig. VI pin., VII pin., VIII pin., IX pin., X pin.) sind durch die allmähliche Absonderung der Placenta vom Embryonalleibe charakterisirt. Die Faltenhülle ändert sich zuerst in so fern, als in ihr der früher so bedeutend entwickelte Verbindungscanal der Athemhöhle allmählich schwindet und sich in eine der Oberfläche des Embryo sehr nahe liegende Öffnung verwandelt. Das Verschwinden des Canals kann als der Beginn der Zusammenziehung und überhaupt der jetzt erfolgenden Obliteration der Faltenhülle betrachtet werden. In den späteren Stadien, in welchen die Anlagen der Organe deutlicher hervortreten, bemerkt man schon die Zusammenziehung der Falten-

Digitized by Google

hülle (Fig. VIII pin. *Fh*); in Folge dessen ist auch die Spitze des Embryonalleibes schon bloßgelegt. Von hier ab schreitet die Zusammenziehung der Faltenhülle nach hinten immer weiter vor, bis sie endlich den Embryonaltheil vollständig verlässt und nur die Placenta hülsenförmig umgiebt. Später verlässt die Faltenhülle auch die Placenta und sammelt sich schließlich in Form einer gekräuselten Falte um die Basis der letzteren.

Die Absonderung des Embryonaltheiles von der Placenta wird aus der Vergleichung der beigefügten Figuren (Fig. VIII pin. — XI pin.) so klar, dass ich kaum mich hierbei aufzuhalten brauche. Zuerst scheiden sich die beiden Theile durch eine zwischen ihnen sich bildende Rinne von einander; später ist die Absonderung in Folge des Wachsthums des Embryonalleibes noch vollständiger, bis endlich die Verbindung der Placenta mit dem Embryo nur durch einen kurzen, dünnen Stiel dargestellt wird, welcher schließlich ebenfalls verschwindet. Während der oben angeführten Formveränderungen des Embryonalleibes geht auch die Ausbildung der Organanlagen vor sich, wovon man ebenfalls an frischen, wie an gut conservirten und aufgehellten Objecten in toto schon Vieles erkennen kann. In den ersten Stadien, wo die Höhlen der primitiven Darmanlage und des Pericardiums klein sind und die Follicularhöhle von den gewucherten Follikelzellen angefüllt ist, ist die Beobachtung bedeutend erschwert. Doch kann man schon an diesen Präparaten constatiren, dass die Ausbildung des Herzens ziemlich früh vor sich geht. Die ersten Herzcontractionen werden schon im Stadium Fig. VII pin. deutlich bemerkbar. Die ursprünglich in der Nähe des oberen Theiles des Embryo liegende Pericardialhöhle ist sehr groß, befindet sich auf der rechten Körperseite und zieht sich senkrecht von oben nach unten durch die ganze Dicke des Embryonalkörpers (Fig. VIII *Pc*, *Hz*). In den weiteren Entwicklungsstadien bleibt das Wachsthum der Pericardialhöhle im Vergleich zum allgemeinen Wachsthum des Embryonalleibes bedeutend zurück. Da zuerst der untere Theil des Embryo hauptsächlich wächst, so bewahrt die Pericardialhöhle anfangs ihre ursprüngliche Lage am oberen Theile des Embryo, oder wird selbst noch weiter nach oben gedrängt. Bei dem später eintretenden Längenwachsthum des Embryo geht das Herz in den hinteren Körpertheil des Embryo über und nimmt seine definitive Lage unter der Athemhöhle und oberhalb des Elaeoblastes an.

Die Grenzen der Athemhöhle sind in den früheren Stadien ebenfalls schwer zu bestimmen, weil sie mit Follikelzellen erfüllt ist und in der Masse derselben liegt. In den späteren Stadien wird die innere

Digitized by Google

Zellenmasse der Athemhöhle allmählich resorbirt und die äußeren Contouren der Athemhöhle treten in Folge dessen viel schärfer hervor. Im Stadium Fig. VIII pin. ist schon die obere (cloacale) Abtheilung der Athemhöhle, so wie auch die zwischen beiden Abtheilungen liegende Kieme sichtbar (Fig. VIII). Zu derselben Zeit wird auch die Eintrittsöffnung in Form einer Einstülpung der äußeren Wand des Embryo angelegt (Fig. VIII *Eto*). Die Egestionsöffnung tritt viel später hervor. Da die Durchbrechung der Ingestionsöffnung ebenfalls ziemlich spät geschieht, so zeigen beide Öffnungen in gewissen Stadien ziemlich gleichen Entwicklungszustand (Fig. X pin. *Eto* u. *Ato*). Sie durchbrechen gleichzeitig die Wand der Athemhöhle (Fig. XI pin.).

Gleichzeitig mit dem Auftreten der Egestionseinstülpung treten die ersten Andeutungen der Leibesmusculatur auf. Sie erscheinen in Form von acht im oberen Theile des Körpers beginnenden und bis ungefähr zur Mitte desselben reichenden Streifen (Fig. VIII pin., IX pin., X pin., XI pin. *Mr*). Etwas später zeigt sich die Anlage der Bauchfalten, welche anfangs seitlich gelagert ist und allmählich in die untere Wand der Athemhöhle übergeht. Der Darmkanal gehört zu den spätest angelegten Organen des Embryonalleibes; er wird erst im Stadium Fig. XI pin. in Form eines etwas gebogenen Fortsatzes der Athemhöhle sichtbar (Fig. XI pin. *Dk*).

Zu gleicher Zeit kommt auch die Anlage des Keimstockes zum Vorschein.

Das Nervenganglion (Fig. VIII pin. — XI pin. *N*) in seiner primitiven Anlage ist schwer zu unterscheiden; es wird erst dann sichtbar, wenn es schon die Form einer Blase angenommen hat und den ursprünglichen Zusammenhang mit der äußeren Zellenlage verliert.

An unverletzten Objecten kann man seinen Zusammenhang mit der Athemhöhle und die hieraus sich bildende Flimmergrube ziemlich leicht unterscheiden. Was endlich den Elaeoblast anbetrifft, so tritt derselbe als eine hügelförmige Auftreibung der hinteren Körperwand bei ziemlich weit entwickelten Embryonen hervor. Dann wächst er sehr rasch aus und erscheint später in Form eines ziemlich abgesonderten Fortsatzes, welcher durch einen kurzen Stiel an dem hinteren Ende des Embryo befestigt ist.

Indem wir nun zur ersten Differenzirung der Organe übergehen, welche erst nach Schluss der Faltenhülle ihren Anfang nimmt, wollen wir zunächst einige Bemerkungen über den Bau des Embryonaltheiles

Digitized by Google

vor der Schließung der Faltenhülle vorausschicken. Hierdurch wird uns bei der Orientirung über die Lage der Organe geholfen sein.

Der über der Placenta liegende Embryonaltheil stellt eigentlich einen Sack dar, welcher nach oben durch eine einzellige Schicht des Ectodermkeimes (Fig. 18 *Eck*) bedeckt ist. Die Wände des Sackes bilden die verdickten Follikelwände (Fig. 19 *Flw*). Die Follikelhöhle — welche wir zum Unterschied von der später auftretenden secundären Höhle als primitive Follicularhöhle bezeichnen können — ist von einer aus Blastomeren und Gonoblasten bestehenden Zellenmasse bis auf einen kleinen Spalt angefüllt (Fig. 18 pin. *Th*). Die Embryonalzellenmasse ist der Follikelwand an einer Seite angewachsen, wovon man sich am besten an Horizontalschnitten (Fig. 22) überzeugen kann. Die von Gonoblasten umhüllten Blastomeren lagern sich zuerst an die nicht angewachsene Seite des Embryonalzellenhaufens. Indem sie sich später vermehren, gehen sie auch zur Hämalseite über, was schon aus den Längsschnitten (Fig. 18 pin.) ersichtlich wird. Die aus Längsschnitten erhaltenen Ergebnisse können durch Horizontalschnitte ziemlich genau controlirt werden. Dabei stößt man auf einige nicht unwichtige Details in Bezug auf den Bau des Embryo in dieser Entwicklungsperiode. Zwei solche Schnitte aus nahestehenden Entwicklungsstadien sind auf Fig. 21 u. 22 abgebildet. Sie sind nicht ganz genau horizontal geführt, sondern auf der einen Seite ist der untere Theil der Placenta, auf der anderen der obere durchschnitten. Die eigenthümliche Form, welche die Placenta jetzt in den horizontalen Schnitten einnimmt, erklärt sich aus ihrer oben beschriebenen Gestalt. Wir haben nämlich gezeigt, dass sie zwei an den Seiten des Embryonalleibes liegende Ausbuchtungen darstellt und in der Längsrichtung dem Embryo dicht anliegt. In Folge dessen erscheint die Placenta an Horizontalschnitten in Form von zwei länglich ovalen Säcken (Fig. 21 *Pc*), die mit dem Embryonalleibe fest verwachsen sind. Etwas weiter nach unten, resp. in der Ebene der Athemhöhlenwand, wo die Ausbuchtungen der Placenta aufhören, nimmt der Schnitt der Placenta eine kreisförmige Gestalt an (Fig. 21 pin. A). Da die beiden Schnitte (Fig. 21 u. 22) nicht genau horizontal sind, so bekommt man nur auf der einen Seite derselben einen vollständigen Schnitt durch die Ausbuchtung der Placenta (auf Fig. 21 liegt dieser Schnitt an der rechten Seite, auf Fig. 22 an der linken Seite), während auf der anderen der Schnitt weiter nach oben fällt. Die Richtung dieser Schnitte ist auf Fig. 18 durch Pfeile ziemlich genau angegeben. Die Wände der Placenta bestehen aus einem einschichtigen, cylindrischen Epithel, das an der Anheftungs-

Digitized by Google

stelle der Placenta an den Embryonalleib bedeutend verdickt ist und zweischichtig wird. Diese Verdickungen stellen die Placentarwülste dar (Fig. 21 pin. A *Pcrw*) und liegen den Follikelwänden vollkommen dicht an. Die Follikelwände bestehen aus mehreren Schichten kleiner sehr dicht zusammengedrängter Zellen, welche unmerkbar in die Gonoblasten übergehen. Sie gleichen überall einander; nur in den Seitentheilen des Embryo zeichnet sich in der Follikelwand eine Zellengruppe aus, welche im Horizontalschnitt ihre Lage zwischen den Placentarwülsten einnimmt. Im oberen Theile des Embryo hat dieselbe eine länglich ovale Gestalt und besteht aus zwei Reihen cylindrischer Zellen (Fig. 21 pin. A, *D'*), denen ein Blastomer anliegt; nach unten zu erscheint sie rundlicher (Fig. 21 pin. A, *D*) und aus mehreren Zellen zusammengesetzt. Wenn man die Form und die Lage dieser Zellengruppe nach Horizontalschnitten beurtheilt, so kann man diesen Follikeltheil sich als zwei Zellenplatten vorstellen, welche vertikal zu beiden Seiten des Embryonalleibes liegen. Ihre Rolle bei der weiteren Entwicklung ist sehr wichtig; später erweisen sie sich nämlich als die beiden Anlagen der primitiven Darmhöhle. Bei Salpa pinnata entsteht die Darmhöhle aus einer doppelten Anlage und ist längere Zeit hindurch aus zwei ganz discreten Theilen zusammengesetzt. Die beiden Darmanlagen nehmen jetzt eine periphere Lage ein und sind von außen nur von einer Schicht der Placenta, von innen von einer mächtigen Schicht der Follikelwand (Fig. 21 pin. A, *Flw*) bedeckt. Die letztere bildet die äußere Begrenzung der Follicularhöhle, welche von stark gewucherten embryonalen Zellenhaufen (Fig. 21 pin. A, *Ezh*) erfüllt und in Folge dessen auf einen engen Spalt reducirt ist. Der Embryonalzellenhaufen ist schon beinahe bis zu $^1/_3$ seiner Dicke mit der Follikelwand verwachsen, so dass die Blastomeren, welche jetzt nicht nur im freien, sondern auch im angewachsenen Theile desselben liegen, sehr leicht in die Follikelwand übergehen können. Hieraus lässt sich das spätere Vorkommen der Blastomeren in der Nähe der Darmanlage erklären. Die Zahl der im Zellenhaufen vorhandenen Blastomeren ist sehr wenig gewachsen; im angeführten Schnitte kann man ihrer nicht über 12 zählen. Ihre Form und Structur weicht von der im vorhergehenden Stadium nicht ab.

Fig. 22 pin. führt die weiteren Veränderungen der eben behandelten Organanlage vor. Der Schnitt ist in einer der Fig. 21 pin. entsprechenden Richtung geführt, so dass wir kaum uns bei der Beschreibung desselben aufzuhalten brauchen. Desshalb will ich nur auf den inneren Zellenhaufen und auf die primitive Darmanlage die Aufmerksamkeit

Digitized by Google

lenken. Der erstere liegt nun der Follikelwand überall dicht an. Die primitive Follikelhöhle, welche früher diese beiden Theile von einander trennte, ist nun vollkommen verschwunden. In Folge dessen sind auch die Darmanlagen etwas nach dem Centrum des Körpers gerückt. In dem Zellenhaufen selbst bemerkt man nicht unbedeutende Veränderungen, welche zunächst die Form desselben betreffen. Erstens ist er in der Mitte resp. in der Querachse etwas verengt und nimmt dadurch eine 8förmige Gestalt an. Zweitens ist sein Bau, was die Lagerung der Blastomeren anbelangt, modificirt; letztere fangen an sich regelmäßig zu ordnen. Ein Theil von ihnen geht in den vorderen Abschnitt des Zellenhaufens über, der andere in den hinteren. Das kann man als Beginn der regelmäßigen Anordnung der Blastomeren betrachten, welche man in den späteren Stadien bei Salpa pinnata beständig antrifft. In dem eben betrachteten Horizontalschnitte liegen schon drei Blastomeren vor der Darmanlage, die anderen hinter derselben.

Die Darmanlagen selbst sind nun zu beiden Seiten des mittleren, verengten Theiles des embryonalen Zellenhaufens und zwar nach der Querachse des Embryonalleibes gestellt, so dass sie schon jetzt mit dem Zellenhaufen eine kreuzförmige, für die späteren Stadien sehr charakteristische Figur darstellen. Die Anlagen des primitiven Darmes bestehen aus denselben cylindrischen Zellen, die wir schon früher gesehen haben, und bieten nur eine andere Anordnung dar. Sie bilden jetzt keine Platte mehr, sondern gruppiren sich um eine Achse, so dass die Darmanlage im Horizontalschnitt nun eine halbcylindrische Gestalt annimmt. Eine solche Anordnung der Zellen tritt am schärfsten in den oberen Theilen der Anlage (Fig. 22 pin. *D'*) auf und muss als eine Übergangsform zu den weiteren Stadien betrachtet werden, während welcher in der Achse der Anlagen die ersten Andeutungen von Höhlen hervortreten.

Wir führten soeben an, dass die Darmanlagen mit der inneren Zellenmasse kreuzförmig verbunden sind und der Querachse des Embryonalleibes parallel liegen. Im Zellenhaufen, welcher zu den Darmanlagen senkrecht steht und also eine longitudinale Stellung im Embryonalkörper einnimmt, kann man ebenfalls schon jetzt die Organanlagen unterscheiden. Die Theilung des Zellenhaufens in zwei Hälften, eine vordere und eine hintere, deutet zuerst die Bildung dieser Anlagen an (Fig. 22 pin. *N* u. *Pc*); die vordere Hälfte kann schon jetzt als Nervenanlage (Fig. 22 pin. *N*), die hintere als Pericardialanlage (Fig. 22 pin. *Pc*) bezeichnet werden. Beide sind in diesem Stadium annähernd

Digitized by Google

gleich gebaut, so dass es sehr schwer wird, sie von einander zu unterscheiden. Durch das spätere Auftreten charakteristischer Merkmale wird schon die Bestimmung jeder Anlage für sich ermöglicht. Aber auch jetzt kann man sich nach der Lage der Blastomeren, welche der Darmanlage anliegen (der Darmblastomeren) und schon sehr frühzeitig auftreten, orientiren. Sie liegen nämlich der hinteren resp. hämalen Seite der Darmanlage an und bezeichnen somit die Seite, auf welcher die Pericardialanlage sich befindet; hat man letztere gefunden, so wird die Bestimmung der Neuralanlage von selbst verständlich. Aus diesem Grunde kann man auch in den frühesten Stadien die Neural- und Hämalseite ziemlich leicht bestimmen. So z. B. wird in dem Stadium, wo die Darmanlagen erst eine plattenförmige Gestalt haben und vom Pericardium und Nervensystem noch keine Spur vorhanden ist (vgl. Fig. 21 pin. A), zur Hämalseite diejenige, in welcher die Verwachsung des embryonalen Zellenhaufens mit der Follikelwand stattfindet; die entgegengesetzte Seite wird natürlich zur Neuralseite. Greift man noch weiter in die ersten Stadien der Bildung des embryonalen Zellenhaufens zurück, so kann man leicht ersehen, dass auch schon in den ersten Stadien der Faltenbildung (vgl. Fig. 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 etc.) Vorn und Hinten resp. Neural- und Hämalseite ziemlich leicht bestimmt werden kann. Ein Vergleich der genannten Stadien zeigt, dass schon beim Beginn der Umwachsung der Blastomeren durch die Gonoblasten die spätere Hämalseite des Embryo angedeutet ist: sie entspricht derjenigen Stelle des Follikels, von welcher die Proliferation des Follikelepithels ausgeht.

Erwähnen müssen wir, dass in Folge des schon oben angegebenen Verschwindens der Follicularhöhle die Follikelwand den Organanlagen dicht anliegt. Sie umgiebt die Organanlagen und ist um die Anlagen der Längsachse (Pericardial- und Neuralanlage) am meisten verdickt. Wahrscheinlich giebt sie auch derjenigen Zellenschicht den Ursprung, welche die Darmanlagen bedeckt.

Was den Bau der Follikelwand anbetrifft, so hat derselbe sich wenig geändert. Die soeben betrachteten Differenzirungsvorgänge machen bedeutende Fortschritte in dem Stadium, dessen Horizontalschnitt auf der Fig. 23 pin. abgebildet ist. Die kreuzförmige Figur, die sich in den früheren Stadien zu bilden angefangen hatte, ist jetzt schon vollkommen entwickelt. Die Organanlagen treten viel schärfer hervor, weil zwischen der inneren Masse des Embryo und der Follicularhülle jetzt eine Höhle auftritt, welche eigentlich die Stelle der primitiven Follicularhöhle einnimmt, jedoch erst nach dem Schwund der letzteren zum

Digitized by Google

Vorschein kommt. Ich habe dieselbe zum Unterschied von der primitiven Höhle secundäre Follicularhöhle genannt. Sie ist von ersterer in so fern verschieden, als sie sich nur im unteren Theile des Embryo bildet und die Organanlagen von der Placentardecke abtrennt. Indem die primitive Follicularhöhle fortwährend sich verkleinert, nimmt die secundäre während des folgenden Stadiums zuerst immer an Umfang zu, bis sie endlich ebenfalls, wie die erstere, von den Zellen des Follikelepithels vollständig angefüllt wird. In dem zu beschreibenden Stadium erscheint sie in Form einiger spaltartiger Lücken, die zwischen den Organanlagen und der Follikelwand sich befinden (Fig. 24 pin. *Fh*). Die Anlage der primitiven Darmhöhle ist nun vollkommen ausgebildet, nur fehlt ihr die Höhle. Nach Horizontalschnitten zu urtheilen stellt die Darmanlage ein zur Querachse des Embryonalkörpers senkrecht stehendes plattenförmiges Gebilde dar (Fig. 23 pin. *D* u. *D'*), welches im oberen Theile des Embryo an die Follikelwand resp. den Ectodermkeim befestigt ist. An dieser Anlage kann man drei Theile unterscheiden: einen mittleren (Fig. 23 pin. *Dm*), aus dichtgedrängten, runden Zellen bestehenden Theil, welcher in der Mitte des Embryonalkörpers senkrecht verläuft, und zwei seitliche, welche wir schon oben kennen gelernt haben (Fig. 23 pin. *D* u. *D'*). Als Darmanlagen sollten nur die Seitentheile und nicht das Mittelstück betrachtet werden. Als Ergänzung zu der früheren Beschreibung der Seitentheile haben wir hinzuzufügen, dass dieselben im Horizontalschnitt dreieckig sind. Was ihren Bau anbetrifft, so bestehen sie überall aus cylindrischen Zellen, deren äußere Enden platt, deren nach innen gerichtete abgerundet sind. Die abgerundeten Enden verbindet eine Kittsubstanz, welche an Horizontalschnitten als eine wellenförmige Contour (Fig. 23 pin. *Dh*) sichtbar wird. Diese Contour bezeichnet die Lage der später an dieser Stelle auftretenden Darmhöhle. In Folge dessen kann schon jetzt jede Darmanlage als eine Rinne betrachtet werden, deren Wände zusammengeklebt sind und deren Höhlung folglich vollkommen verschwunden ist. Diese im hierauf unmittelbar folgenden Stadium sich öffnende Höhle markirt sich eigentlich auch jetzt schon. Äußerlich hüllt die Darmanlagen eine Zellenmasse ein (Fig. 23 pin. *Ddk*), welche wir als Darmdeckschicht bezeichnen können. Dieselbe liegt auf der Oberfläche der Seitentheile der Darmanlage und umhüllt auch die Darmblastomeren, die der Darmanlage dicht anliegen (Fig. 23 pin. *Dbm*). Die Darmdeckschicht ist an den Seitentheilen mehrschichtig, an den vorderen Theilen einschichtig, vorn mit der Nervenanlage, hinten mit der Pericardialanlage verbunden.

Digitized by Google

Die Nervenanlage bietet nun eine ziemlich complicirte Structur dar. Sie besteht aus einem mittleren und zwei seitlichen Theilen; letztere sind ersterem fächerförmig angefügt. Der mittlere Theil (Fig. 24 pin. *Nm*) hat eine prismatische Gestalt und erscheint im Horizontalschnitte in Form eines Dreiecks, dessen Spitze nach innen, dessen Basis nach außen gerichtet ist. Die Seitentheile der Nervenanlage erscheinen als zwei flügelförmige Auswüchse des mittleren Theiles, sind auch nach innen zugespitzt und enthalten in diesem inneren Theile je eine Reihe von Blastomeren, von denen im Horizontalschnitte nur ein Paar sichtbar ist. Wir bezeichnen dieselben als Neuroblastomeren (Fig. 24 pin. *Nbl*).

Die Pericardiumanlage (Fig. 23 pin. *Pc*) hat im Horizontalschnitte ungefähr eine ovale Gestalt und stellt also eine abgerundete, dicke Längsleiste dar. Hier lässt sich eine periphere aus Gonoblasten bestehende Schicht wahrnehmen, welche die central gelegene Blastomerenreihe umgiebt. Die Blastomeren ordnen sich in dieser Anlage zweireihig und werden desshalb an Horizontalschnitten paarweise angetroffen. Die Pericardiumanlage enthält den größten Theil der Blastomeren.

Was die übrigen Theile des Embryo anbetrifft, so bieten dieselben sehr wenig bemerkenswerthe Veränderungen dar. Die Follikelwand ist hauptsächlich im vorderen und hinteren Theile des Embryo verdickt; sie besteht aus kleinen rundlichen Zellen. Die Form und der Bau der Placenta bleibt dieselbe, wie wir sie im vorhergehenden Stadium angetroffen haben.

Fig. 24 stellt einen Theil eines horizontalen Schnittes aus dem Stadium dar, wo die Höhlungen in der Darmanlage aufgetreten sind. Dieses Stadium ist sehr wenig im Vergleich mit dem eben beschriebenen fortgeschritten. Die Höhlungen kommen, wie es schon erwähnt ist, genau in der Mitte der Darmanlagen, wo früher die Wände der letzteren sich an einander gelegt hatten, vor. Die Wände der Darmhöhlen erscheinen nun aus ziemlich langen cylindrischen Zellen zusammengesetzt. In diesem Stadium sind auch einige nicht unbedeutende Veränderungen in dem Bau der anderen Organanlagen und zwar hauptsächlich in der des Nervensystems eingetreten. Der centrale Theil desselben ist nun mit den seitlichen Theilen zusammengeflossen und die ganze Nervenanlage besteht nun aus einem einzigen Stück, welches im Horizontalschnitt eine dreieckige Gestalt hat (Fig. 24 *N*).

Nun wollen wir an die Betrachtung derjenigen Stadien gehen, mit welchen die Periode der Differenzirung der Organe abgeschlossen wer-

Digitized by Google

den kann. Es sind nämlich die Entwicklungsstadien, in denen die secundäre Follicularhöhle ausgebildet ist und die an dem oberen Theil des Embryo befestigten Organanlagen in dieselbe frei hinabhängen. Von außen betrachtet haben diese Stadien ungefähr dasselbe Ansehen, welches Fig. V pin. u. V pin A vorführen. Die kreuzförmige Figur der gesammten Anlagen tritt nun sehr scharf hervor und kann schon bei sehr schwachen Vergrößerungen unterschieden werden. Man kann schon an Flächenansichten die Form und Anordnung der verschiedenen Organanlagen kennen lernen; wie ich schon angeführt, sind solche Flächenansichten für die Orientirung über den Gesammtbau und die complicirten Formen der Organanlagen sehr wichtig und für das Verständnis der Schnitte selbst unumgänglich nothwendig. Die Embryonen von Salpa pinnata sind so complicirte Objecte, dass ohne Orientirung über die Lage der Organe eine Verwechselung der Schnittrichtungen sehr leicht vorkommen kann und vorgekommen ist, wie z. B. bei Todaro. Ist die Schnittrichtung nicht ganz genau bestimmt, so können sich auch bei der Beobachtung der verschiedenen Veränderungen der Organanlagen leicht Irrthümer einschleichen. Fig. 25—28 stellen uns eine Reihe von Schnitten aus ziemlich gleichen Stadien vor und zwar zeigt Fig. 25 pin. einen horizontalen Schnitt aus dieser Periode, Fig. 26 pin. und 27 pin. A, B, C, vier longitudinale und Fig. 28 pin. A, B, C, D, E, fünf Querschnitte. Zum leichteren Verständnis habe ich in Fig. 25 pin. die Schnittrichtungen von Fig. 26 pin., 27 pin. und 28 pin. mit Pfeilen bezeichnet.

Die Form des Embryo ist im Vergleich zu den ersten Stadien nach der Umwachsung der Faltenhülle etwas verändert. Die Placenta nimmt an Umfang bedeutend zu und ist also viel größer geworden als der embryonale Theil, der im Gegentheil bedeutend abgeplattet und nur in die Breite gewachsen erscheint. Die Oberfläche des Embryo ist von einer Zellschicht bedeckt, in welcher man leicht den Ectodermkeim (den Überrest vom Epithelialhügel) erkennt (Fig. 26, 27, 28 *Eck*). Derselbe bildet eine kuppelförmige Decke, welche der Follikelwand und den Organanlagen dicht anliegt und an manchen Stellen selbst mit der Follikelwand verwachsen ist. Solche Verwachsungsstellen bemerkt man z. B. gegenüber der Darm- und Nervenanlage, wo der Ectodermkeim in das Innere dieser Anlagen einzudringen scheint (vgl. Fig. 27 pin. A, *Dr* und B, *Nr*). Gegenüber der Darmanlage befindet sich eine seichte Grube, wo der Ectodermkeim durchbrochen erscheint und sehr innig mit dem darunter liegenden Gewebe verwachsen ist. Dasselbe bemerkt man auch gegenüber der Nervenanlage

Digitized by Google

(Fig. 28 pin. D, *Nr*), wo der Ectodermkeim ebenfalls durchbrochen ist. An den Stellen, an denen die innere Masse des Embryo nach außen etwas hervorspringt, folgt auch der Ectodermkeim diesen Vorsprüngen und bildet eine äußere Umhüllung derselben, an welchen Orten eine Verwachsung mit den darunter liegenden Zellen ebenfalls sehr wahrscheinlich ist (vgl. Fig. 28 pin. E, *Nrp*, Fig. 25 pin. *N*). Solche Vorsprünge kommen namentlich gegenüber der Pericardium- und Nervenanlage vor. Der Rand des Ectodermkeimes, welcher mit der Placenta in Berührung steht, ist im Gegentheil in sehr lockerer Verbindung mit dem unterliegenden Gewebe. An den Schnitten trennt sich dieser Randtheil von der übrigen Masse sehr leicht ab, wie es z.B. bei Fig. 25 pin., 26 u. 28 ersichtlich ist. Unter dem Ectodermkeime liegt eine Zellenlage, welche den Überrest der Follikelwand darstellt und die secundäre Follicularhöhle unmittelbar begrenzt. In den früheren Stadien (Fig. 26 pin., 27 pin.), in welchen die Höhle noch ziemlich klein war, ist diese Lage sehr dick, später nimmt sie aber an Mächtigkeit ab (Fig. 28 pin. *Flw*). Die Follikelwand um die oberen Theile des Embryo ist mit den Organanlagen und der Darmdecke vollständig verschmolzen, im unteren Theile, wo sie den Randwulst der Placenta berührt, ist sie von letzterem zuerst scharf abgegrenzt (Fig. 25 pin., 27 pin.); in späteren Stadien (Fig. 28 pin. *Flw'* u. *Rwp*) wird die Grenze immer schwächer, bis sie endlich nicht mehr nachgewiesen werden kann. Die Grenze verwischt sich dadurch, dass die Follikelwand aus einer mehrschichtigen Lage zum größten Theil einschichtig wird und mit dem ebenfalls einschichtigen Randwulst der Placenta verschmilzt. Wo sie noch mehrschichtig ist und mit der Darmdecke sich verbindet, da tritt die Grenze zwischen ihr und dem Randwulste ganz deutlich hervor (vgl. Fig. 28 pin. A, B, C). Obgleich eine so innige Verbindung der Follikelwand mit dem Randwulste stattfindet, verlieren ihre Zellen doch nicht die Selbständigkeit, was sich in den späteren Stadien bei der Wucherung der Follikelwand äußert.

Die Organanlagen, zu denen wir jetzt übergehen, sind mit einander innig verbunden und bilden, wie gesagt, eine im Horizontalschnitt kreuzförmig erscheinende Zellenmasse, welche an den oberen Theil des Embryo fest angewachsen ist. Die gegenseitige Lagerung der einzelnen Anlagen wird durch Fig. 25 verdeutlicht, so dass wir also gleich die Anlage jedes einzelnen Organes speciell betrachten können. Die Gesammtmasse dieser Organanlagen hängt in die secundäre Follicularhöhle frei hinein und ist nur an einer Stelle mit der unteren Wand des Embryo resp. mit dem Placentadache verbunden.

Digitized by Google

Es ist nämlich die Pericardialanlage, welche sich an ihrem unteren Ende mit der unteren Wand des Embryo (resp. mit dem Placentadach) verbindet (Fig. 27 pin. A, B, C; Fig. 25; Fig. 28 pin. *Pcv*). Diese Verbindung stellt ein sehr charakteristisches Merkmal der Pericardialanlage dar und ist bezüglich der Orientirung an den Schnitten äußerst wichtig.

Die Pericardialanlage (Fig. 25 pin. —28 pin. *Pc*) repräsentirt einen senkrecht gestellten Längswulst der gesammten Organanlagen, dessen äußere Oberfläche rundlich ist und frei hervortritt (Fig. 25 pin. *Pc*), während seine Innenmasse mit der übrigen ihn umhüllenden Zellenmasse verschmilzt (vgl. Fig. 27 A, B, C; Fig. 28 C, *Pc*).

Im oberen Theile des Embryo ragt die Zellenmasse der Pericardiumanlage in Form eines kleinen Vorsprungs nach außen hervor (Fig. 27 pin. C, *Pcvsp*). Wir werden denselben als Pericardialvorsprung bezeichnen, zum Unterschied von einem anderen, gleichen, an der Neuralseite hervortretenden Vorsprung, dem neuralen Vorsprung. Was den Bau der Pericardialanlage anbetrifft, so zeichnet sich dieselbe vor allen anderen Anlagen durch eine bedeutende Zahl von Blastomeren aus. Letztere ordnen sich paarweise in zwei Reihen nach der ganzen Länge resp. Höhe dieser Anlage an und sind von Gonoblasten vollständig umhüllt. Die Größe der pericardialen Blastomeren ist verschieden. Gelungene Längsschnitte zeigen, dass die unteren Blastomeren immer kleiner als die oberen sind und dass die ganze Reihe sich im oberen Theile durch zwei der größten Blastomeren, welche nämlich den eben erwähnten Vorsprung bilden, schließt (vgl. Fig. 27 pin. C, *Pcbl*). An solchen Schnitten kann man die Blastomerenreihe auch weiter nach unten und vorn verfolgen und sich überzeugen, dass die Blastomeren in eine Art Bogen sich ordnen, welcher vom Pericardialvorsprung beginnend nach unten verläuft und unter der Darmanlage aufhört.

Die Nervenanlage (Fig. 26 pin., 27 pin. B u. C, 28 D u. E, *N*) nimmt ihre Stelle gegenüber der Pericardialanlage an und zeichnet sich vor dieser durch eine größere Selbständigkeit aus. Ihre gesammte Masse ist nur mit dem oberen Theile des Embryo verbunden (Fig. 27 B, *N*), wo sie ebenfalls an den Ectodermkeim befestigt ist; mit ihrem hinteren Theile hängt sie in die Follicularhöhle frei hinein. Gegenüber dem oberen Theile der Nervenanlage bildet sich auf der Oberfläche des Embryo eine seichte Grube (Fig. 27 B, 28 D, *Nr*), in welcher der Ectodermkeim mit der anliegenden Follicularhöhle, wie es scheint, verwachsen ist. Von dieser Grube geht in die Masse der Nervenanlage

Digitized by Google

ein aus zwei Zellreihen bestehender Strang hinein, welcher bis zum unteren Theil der Nervenanlage reicht. Im oberen Theile des Stranges stehen die beiden Zellreihen ziemlich nahe an einander, während man im unteren Theile schon jetzt einen kleinen, hellen Fleck zwischen den etwas aus einander weichenden Zellen bemerken kann (Fig. 28 D).

Genau an dieser Stelle tritt später eine Höhle in der Nervenanlage auf, wesswegen wir dieselbe als den Beginn der Aushöhlung der Anlage betrachten können. Obgleich der Zellenstrang der Nervenanlage der Nervengrube gegenüber liegt, scheint es doch, dass der Ectodermkeim keinen Antheil an der Bildung derselben nimmt. Die übrige Masse der Nervenanlage besteht aus dichtgedrängten Gonoblasten mit einigen Blastomeren. Die Zahl derselben ist jedoch viel geringer als in der Pericardialanlage; ich konnte nämlich nur 3 Paar Blastomeren zählen; von ihnen liegt das untere Paar zu beiden Seiten des Zellenstranges, während die beiden anderen vor und über demselben sich befinden und den schon oben erwähnten, buckelförmig hervortretenden Nervenvorsprung (Fig. 28 pin. E, *Nvp*) bilden, der vom Ectodermkeim bedeckt ist.

Die Darmanlagen (Fig. 26 pin. — 28 pin. *D*) bieten außer der Vergrößerung der Darmhöhlen keine besonderen Veränderungen bezüglich ihres Baues dar. Sie bestehen aus denselben cylindrischen Zellen, die wir in den vorhergehenden Stadien gesehen haben und sind von einer sehr starken Zellenhülle bedeckt, welche die ausgewachsene und verdickte Darmhülle darstellt. Dieselbe ist an den oberen Theil des Embryo angewachsen und zwischen den Randwulst der Placenta eingeschaltet. Der frei herabhängende Theil der Darmhülle theilt sich, entsprechend den beiden Darmanlagen, in zwei halbkugelige Theile, zwischen welche die Pericardialanlage hineingeht (Fig. 28 pin. A, B, C).

Was den Bau der Darmhülle anbetrifft, so besteht dieselbe größtentheils aus Gonoblasten, in denen nur eine kleine Anzahl von Blastomeren gelagert sind. Die Lage der Blastomeren wechselt in den verschiedenen Stadien. Im Stadium Fig. 25 pin. bleibt ihre Lage ziemlich dieselbe, wie in den vorigen Stadien, während etwas später (Fig. 28) sie unter die Darmanlage hinabsinken und an Horizontalschnitten der Darmanlage nicht angetroffen werden.

Zum Schluss der Betrachtung dieser Stadien müssen wir noch die accessorischen Theile des Embryo, nämlich die Placenta und die damit

Digitized by Google

verbundenen Organe erwähnen. Die Placenta wächst, wie gesagt, von den letzten Stadien an viel bedeutender als der Embryo selbst, ändert sich jedoch in ihrem Bau dabei sehr wenig. Sie besteht überall aus cylindrischen Zellen, welche am Randwulste sich bedeutend vergrößern, während das Placentadach wiederum aus kleineren, cubischen Zellen besteht; in der Mitte des Placentadaches befindet sich ein kugelförmiger Vorsprung, welchen wir als blutbildende Knospe bezeichnen wollen (Fig. 28 pin. D, 27 pin. B, *Pl*, *Pld*, *Bk*). Nach ihrer Trennung vom Ectodermkeim tritt die Placenta mit der Follikelwand in Verbindung und zwar so innig, dass in den letzten Stadien dieser Periode (Fig. 27 u. 28) diese beiden Organe vollständig mit einander verwachsen erscheinen.

Nachdem wir nun die Bildung der Anlagen verschiedener Organe kennen gelernt, können wir zur Verwerthung der beschriebenen Vorgänge und zur Vergleichung derselben mit den entsprechenden Vorgängen bei anderen Thieren uns wenden. Hierbei können wir auch die betreffenden Angaben von TODARO nicht unberücksichtigt lassen.

Die ersten Embryonalvorgänge der Salpen unterscheiden sich in solchem Grade vom allgemeinen Entwicklungsplan anderer Thiere, dass es fast unmöglich ist, dieselben nach den Principien der gegenwärtigen Embryologie zu erklären. Während bei allen übrigen Thieren die nächsten Veränderungen des gefurchten Eies in der Bildung der Keimblätter bestehen, sind hier die Keimblätter in dem allgemein angenommenen Sinne gar nicht zu unterscheiden, weil die Furchungszellen, aus welchen die Keimblätter sich bilden müssten, hier eine untergeordnete Rolle spielen. Selbst wenn man bei Salpen die Zellenlagen unterscheiden wollte, welche den Keimblättern der übrigen Thiere gleich, einer bestimmten Organgruppe den Ursprung geben, sind diese Zellenlagen von den Keimblättern morphologisch vollkommen verschieden, indem sie nicht ein Product des Eies resp. der Blastomeren, sondern Theile des mütterlichen Organismus sind und aus Follikelzellen (Gonoblasten) und Epithelialhügelzellen sich bilden. Abstrahirt man dagegen vom Bildungsmodus der organbildenden Zellenlagen und beachtet nur die weiteren Umbildungen derselben, so könnte man doch zwischen diesen Zellenlagen und den Keimblättern einige Ähnlichkeit finden. Man hätte nämlich im Salpenembryo zwei Theile, welche man als Schichten oder Blätter deuten könnte: eine äußere aus dem Epithelialhügel entstehende Schicht (Ectodermkeim) und eine innere aus Blastomeren, Gonoblasten und Follikelzellen bestehende Zellenmasse, welche als die Anlage der meisten Organe

Digitized by Google

betrachtet werden muss. Aus ersterer bildet sich die äußere Haut der Salpe, also dasselbe Organ, welches aus dem oberen Keimblatt der übrigen Thiere entsteht. Aus der inneren Zellenmasse und aus der Follikelwand bilden sich hier: das Nervensystem, das Herz und der primitive Darm, also die Organe, welche (außer dem Nervensystem) bei den übrigen Thieren aus dem Ento- und Mesoderm entstehen. Die Differenzirung der Darmanlage aus der gemeinschaftlichen Zellenmasse resp. dem Embryonalhaufen bei den Salpen hat analoge Erscheinungen auch bei den übrigen Thieren, bei welchen aus einer und derselben Zellenmasse Ento- und Mesoderm differenzirt werden, z. B. bei den Batrachiern, Ganoiden etc. Die hervorgehobene Ähnlichkeit der Zellenlagen der Salpen mit den Keimblättern der übrigen Thiere kann aber keineswegs als eine Homologie betrachtet werden, sie stellt nur eine Analogie dar. In dieser Beziehung steht meine Auffassung mit der von TODARO gar nicht im Einklang. Die Differenz in unseren Ansichten ist sowohl in der Verschiedenheit unserer Beobachtungen wie auch, und das noch mehr, in der verschiedenen Deutung des Beobachteten zu suchen. Es wird desshalb eine eingehendere Kritik des betreffenden Abschnittes der TODARO'schen Abhandlung nothwendig.

Indem ich mit der Beobachtung von TODARO über die Verwandlung der Blastomeren und Gonoblasten (cellule lecitiche TODARO) beginne, will ich zunächst bemerken, dass die von TODARO gegebene Beschreibung derselben (Atti Vol. IV, Ser. 3) mit der meinigen nicht übereinstimmt. TODARO giebt nämlich an, dass die Blastomeren in kleine gekernte Zellen zerfallen, welche mit einander zu einer sphärischen Masse verbunden und in der Mitte der »cellule lecitiche« (Gonoblasten) zerstreut sind. Aus dieser Beschreibung kann man sogleich ersehen, dass hier eigentlich nicht von Zellen, sondern von den zerfallenen Stücken des Protoplasma der Blastomeren die Rede ist. TODARO führt weiter an, dass die Blastomeren sich viel intensiver mit Carmin färben als die Dotterzellen, was gerade umgekehrt richtig ist. Die Unrichtigkeit der TODARO'schen Angaben bezüglich der Theilung der Blastomeren kann sehr leicht an jedem beliebigen Präparate gezeigt werden. Bei den Schnitten stößt man oft auf Stellen, wo die Blastomeren ihrer ganzen Länge nach durchschnitten sind; man bekommt dann die Zellen von der Form, wie es auf der Fig. 19 pin. A dargestellt ist. An solchen Zellen kann man einen schmäleren und einen erweiterten Theil unterscheiden. Im ersteren liegt immer ein großer Kern, welcher alle charakteristischen Eigenschaften des ursprünglichen Eikernes behält; der zweite Theil besteht aus kleinen

Digitized by Google

polyedrischen Protoplasmastückchen, in welchen ich trotz aller Mühe, selbst an sehr schön gefärbten Präparaten, keinen Kern zu unterscheiden im Stande war. Ich muss desshalb die Zellennatur dieser Protoplasmastückchen vollständig in Abrede stellen. Wären es in der That Zellen, so ist es unverständlich, warum sie immer außerhalb der Organanlagen und niemals innerhalb derselben liegen. Gewiss nimmt TODARO an, dass diese Zellen eine Hauptrolle bei der Bildung der Keimblätter spielen, doch ist diese Ansicht, so wie überhaupt die Annahme der Keimblätter (morphologisch) bei den Salpen vollkommen irrthümlich. Die Beschreibung von TODARO zwingt mich zu dem Schluss, dass er Blastomeren im Zustande des Protoplasmazerfalls (seine »piccole cellule nucleate, che restano riunite in masse steriche«) nicht beobachtet hat. Hätte er das gethan, so würde er gewiss auch diejenigen Abschnitte der Blastomeren, welche den Kern beherbergen, beachtet und beschrieben haben. Hinzufügen muss ich endlich, dass die Blastomeren immer bis in die späteren Stadien merklich bleiben und immer außerhalb der Organe liegen, wesshalb sie an der Bildung der Organe keinen Antheil nehmen können. In den Stadien, wo zwischen den Organen und dem Ectodermkeim eine Masse amöboider Zellen (die losgetrennten Follicularzellen) auftritt, kann man noch innerhalb dieser Masse Zellen finden, welche ihrer Färbung nach den Blastomeren sehr ähnlich sind. Alles das spricht nicht für die TODARO-sche Ansicht, wonach die Blastomeren eine große Rolle bei der Bildung der Keimblätter und Organanlagen spielen sollen. Gehen wir nun zu den TODARO'schen Keimblättern über. In Bezug auf die Bildung der Furchungshöhle und der Keimblätter sagt TODARO in seiner letzten Mittheilung Folgendes[1]. Nach der Schließung der »Epithelialhöhle des Uterus« soll an der der Morula entsprechenden Hemisphäre eine Blastodermhöhle oder Blastocoel sich bilden. Diese Höhle soll der von TODARO früher beschriebenen Furchungshöhle (cavità di segmentazione) entsprechen. Sie liegt zwischen der Embryonalmasse (massa germinativa centrale) und der membrana blastodermica. Als solche bezeichnet TODARO denjenigen Theil des Embryo resp. der Follikelwand, welchen wir als Placentadach beschrieben haben. Derselbe steht natürlich zu dem Blastoderm in gar keiner Beziehung. TODARO selbst sagt bezüglich dieser »membrana blastodermica«, dass dieselbe sich aus den Elementen der Morula, des Follikels und der Decidua bildet. Aus diesem

[1] Ich berücksichtige hauptsächlich die letzte Mittheilung von TODARO, weil in der früheren die ersten Embryonalvorgänge sehr flüchtig abgehandelt sind.

Digitized by Google

eigenthümlichen Bau der membrana blastodermica ersieht man schon, wie wenig sie mit dem Blastoderm anderer Thiere zu schaffen hat. Dabei nimmt sie gar keinen Antheil an der Bildung des Embryo. Hat man sich überzeugt, dass die »membrana blastodermica« diesen Namen gar nicht verdient und einfach einen Theil der Follikelwand darstellt, so versteht es sich von selbst, dass auch die Furchungshöhle oder Blastocoel von TODARO ebenfalls vom gleichen Gebilde anderer Thiere abweicht. Die Beweise hierfür sind einfach und klar. Erstens tritt das Blastocoel der Salpen nicht wie das anderer Thiere in der Mitte des Blastomerenhaufens auf, sondern befindet sich außerhalb desselben. Zweitens tritt diese Höhle verhältnismäßig zu spät auf, als dass man sie mit der Furchungshöhle anderer Thiere vergleichen könnte. Wir haben gesehen, dass in der von TODARO angegebenen Zeit des Auftretens der Blastodermhöhle, die Furchung nicht allein beendigt ist, sondern auch die Anlagen der Organe schon angedeutet sind. — Offenbar kann zu dieser Zeit von der Bildung einer Furchungshöhle keine Rede mehr sein. Aus den Abbildungen von TODARO, so wie aus der von ihm angegebenen Bildungszeit der Furchungshöhle, kann man leicht schließen, dass die letztere nichts weiter als meine secundäre Follicularhöhle darstellt.

Nach der Bildung der Furchungshöhle (secundäre Follicularhöhle) fängt nach TODARO die Bildung der Keimblätter an. Auf der der »membrana blastodermica« entgegengesetzten Hemisphäre bildet sich aus den Blastomeren das Epiblast, in dessen Mitte aus einer Blastomerengruppe die Ganglionanlage sich differenzirt. Die Stelle, welche TODARO hierfür angiebt, entspricht vollkommen demjenigen Theil des Embryo, welchen wir als Ectodermkeim bezeichnet haben. Dieser Embryotheil zeichnet sich gerade durch einen außerordentlichen Mangel an Blastomeren aus. Wir haben gesehen, dass die Blastomeren hier nur in Form von zwei Vorsprüngen auftreten, welche ihrer Lage nach der Pericardium- und Nervenanlage entsprechen. Im übrigen Theile ist die Oberfläche des Embryo von einer Zellenschicht bekleidet, welche wir als Ectodermkeim bezeichnet haben. Die Entwickelung dieses Ectodermkeimes ist sehr leicht zu verfolgen, wenn man nur eine genügende Anzahl von Embryonen aus den ersten Entwicklungsstadien zur Verfügung hat. Ich konnte dieselbe sehr genau bei Salpa pinnata und Salpa punctata verfolgen. Wenn man aber die ersten Stadien nicht beachtet, so sind die weiteren Stadien wenig verständlich und man kann desswegen sehr leicht, namentlich bezüglich der Bildung dieser oberen Schicht, in Irrthum verfallen. Ich glaube vermuthen zu dürfen, dass

Digitized by Google

hierin namentlich die Ursache der irrthümlichen Ansicht von TODARO zu suchen ist. In der ersten Arbeit von TODARO (Atti dell' Ac. L. II) wenigstens ist die Lücke zwischen den ersten von ihm beobachteten Stadien sehr merklich. Die Ergebnisse der zweiten Arbeit von TODARO stimmen mit denen der ersten auch, so weit ich es aus der vorläufigen Mittheilung ersehen kann, so ziemlich überein. Das Ectoderm soll sich ebenfalls ausschließlich aus den Blastomeren bilden, eine Angabe, welche gewiss nur durch genaue naturgetreue Abbildungen bewiesen werden kann. Die Abbildungen in der ersten Arbeit von TODARO können in dieser Beziehung keineswegs als genügend betrachtet werden. Die Vergleichung derselben mit den entsprechenden Abbildungen von mir zeigt, dass wir beide eine und dieselbe Schicht als Ectoderm bezeichnen (das gilt aber nur für die ersten Stadien, bevor das Ectoderm von TODARO sich in zwei Schichten spaltet), die Natur derselben aber ganz verschieden auffassen. Ich kann nun zur Vertheidigung meiner Ansicht eine ziemlich genaue Reihe von Übergangsstadien vorführen, welche die Entstehung des Ectodermkeimes aus den Elementen des Mutterleibes sehr deutlich zeigen. Der Vergleich meiner Abbildungen mit denen von TODARO lehrt ferner, was TODARO unter der von ihm hervorgehobenen Spaltung des Epiblastes versteht. Von den beiden Schichten des TODARO'schen Epiblastes betheiligt sich nur die obere an der Bildung der äußersten Haut, wesshalb ich nur diese letztere als Ectoderm bezeichne, indem die zweite, der ersteren unmittelbar anliegende Schicht Elemente mesoblastischer Natur producirt und desshalb keineswegs zum Ectodermkeim gezählt werden kann. Dieselbe stellt eigentlich den Überrest der Follikelwand dar.

Die Bildung der primitiven Darmhöhle und des Entoderms (Hypoblast) schildert TODARO ebenfalls anders als ich. Er lässt das Entoderm aus Blastomeren entstehen und giebt an, dass die primitive Darmhöhle durch eine Einbiegung desselben zu Stande kommt. Es wundert mich hierbei, dass TODARO die doppelte Anlage der Darmhöhle, welche an Schnitten doch vollkommen evident ist, gar nicht gesehen hat. Das Entoderm (Hypoblast) soll nach TODARO ebenfalls aus zwei Schichten bestehen, von denen nur die untere die Bedeutung eines Entoderms hat, während die äußere bei der Bildung des Mesoderms sich betheiligt. Die innere, von TODARO als Entoderm bezeichnete Schicht kann aber als solches nicht angenommen werden. Sie stellt nämlich eine Lage von Gonoblasten vor, welche in späteren Stadien in die primitive Darmhöhle hineindringen und nur eine nutritive Bedeutung haben. Ihre Zahl nimmt mit der Zeit bedeutend ab und da sie dabei in einer geschlos-

Digitized by Google

senen Höhle (primitive Darmhöhle) liegen bleiben, so glaube ich, dass sie bei der Entwicklung als Nahrungsmaterial verbraucht werden. TODARO hat diese Zellen gewiss gesehen, hat auch den Canal, durch welchen sie in die primitive Darmhöhle durchdringen, beschrieben und denselben als »canale o collo d'invaginazione« bezeichnet, betrachtet sie aber unbegreiflicherweise als Entodermzellen. Das wahre Entoderm — wenn man mit diesem Namen die Wand der primitiven Darmhöhle bezeichnen darf — fasst TODARO als Mesoderm auf. Er zeichnet dasselbe auf seinen Abbildungen vollkommen richtig als eine aus cylindrischen Zellen bestehende Schicht, was die Verwechselung der beiden Schichten um so unbegreiflicher macht.

In Betreff der Bildung des Mesoderms d. h. desjenigen Embryotheils, aus welchen die mesodermalen Gebilde (Muskeln, Bindegewebe etc.) entstehen, stimmen wir mit TODARO am meisten überein. TODARO lässt diese Schicht aus zweierlei Elementen entstehen: 1) aus Zellen der centralen Embryonalmasse (»massa centrale germinativa«) und 2) aus der inneren Schicht der Hämalseite der membrana blastodermica (TOD., Atti II, p. 17). Das Mesoderm bildet sich theilweise, wie wir gleich sehen werden, aus den Zellen der centralen Embryonalmasse, aber der größte Theil desselben nimmt seinen Ursprung aus den Zellen der Follikelwand, welche gerade in den späteren Stadien stark proliferiren und die ganze secundäre Follicularhöhle ausfüllen. Ich betrachte diese Zellen als der unteren Schicht der membrana blastodermica von TODARO entsprechend, welche, wie schon oben erwähnt worden, zur membrana blastodermica TODARO's in keiner Beziehung steht. Bemerken muss ich hier noch, dass ich den »disco dorsale«, dem TODARO die Bedeutung einer Chorda dorsalis beilegt, gar nicht beobachtet habe; mich dünkt es, dass es sich hier um eine Erweiterung des Nervenrohres handelt, welche bei nicht ganz genauen Querschnitten in solcher Form erscheinen könnte.

Zu den dem Mesoderm analogen Theilen zähle ich noch die Pericardialanlage und die Nervenanlage. Die Pericardialanlage wurde von TODARO ebenfalls beobachtet, aber nicht als solche erkannt. TODARO nennt sie Dotterknospe, »bottone vittelino«. Endlich muss ich anführen, dass ich einige von TODARO beschriebene Theile, z. B. membrana amniotica, Amnionhöhle, Chorion gar nicht unterscheiden konnte. Ich muss ferner gestehen, dass es mir unverständlich blieb, welche Theile des Embryo TODARO als Amnion und Chorion eigentlich bezeichnet. Die Beschreibungen in seinen beiden Arbeiten scheinen mir keineswegs übereinstimmend und ich ziehe desshalb vor,

Digitized by Google

meine Meinung hierüber nicht eher auszusprechen, als bis die ausführliche Abhandlung von TODARO erschienen ist.

Gehen wir nun zur Betrachtung der letzten Entwicklungsperiode über. Während die beiden ersteren Perioden sich durch eine Vermehrung der Follikelzellen und durch die Bildung der Organanlagen auszeichneten, wird diese letztere durch die Wucherung der Follikelwand und die definitive Ausbildung der Organe charakterisirt. In Folge dieser Wucherung wird die secundäre Follicularhöhle vollständig von Zellen der Follikelwand angefüllt. Es bildet sich zwischen den Organanlagen und dem Ectodermkeim eine Zellenmasse, aus welcher die Muskeln und das Blut ihren Ursprung nehmen. Desshalb betrachte ich diese Zellenmasse als ein dem Mesoderm analoges Gebilde, welches sich aber von diesem letzteren dadurch unterscheidet, dass es an der Bildung des Pericardiums resp. des Herzens keinen Antheil nimmt. Ich werde es also als Mesodermkeim bezeichnen.

Die äußeren Veränderungen des Embryo, welche in dieser Zeit vor sich gehen, folgen, wie ich schon hervorgehoben, aus dem starken Wachsthum des Embryonaltheils, welcher zunächst eine conische Gestalt annimmt, später immer mehr und mehr in die Länge wächst und der definitiven Form sich nähert.

Fig. 29 pin. und 30 pin. demonstriren zwei Querschnitte aus dem durch die conische Gestalt des Embryo charakterisirten Stadium. In Fig. 29 pin. ist der Schnitt durch die Pericardialanlage, in Fig. 30 pin. durch die Darmanlage geführt. Die beiden Schnitte gehen der verticalen Achse nicht vollkommen parallel, in Folge dessen einige Organe (z. B. der primitive Darm) in einer nicht ganz charakteristischen Gestalt dargestellt erscheinen. Dieser Fehler kann durch die Reihe der in Fig. 31 pin. dargestellten Horizontalschnitte einigermaßen corrigirt werden. Da die beiden Schnittreihen (Fig. 29 pin., 30 pin.) ungefähr ein und dasselbe Stadium betreffen, so können sie zusammen betrachtet werden. Wenn wir unsere Beschreibung mit dem Ectodermkeim beginnen, so kann man in dieser Schicht nicht unbedeutende Veränderungen bemerken. Erstens zeigt diese Schicht eine merkbare, durch Abflachung ihrer Zellen verursachte Verdünnung. Die Zellen des Ectodermkeims (Fig. 29 pin., 30 pin. *Eck*) sind meistentheils, besonders in der untern Abtheilung desselben, so abgeflacht, dass sie an den Horizontalschnitten nur schwer zu unterscheiden sind. Viel schärfer treten dieselben an Verticalschnitten auf, wo sie durch ihre Kerne leicht erkennbar sind. Die Abflachung der Zellen des Ectodermkeims nimmt

Digitized by Google

von oben nach unten zu, da sie am oberen Pol des Embryo ihre ursprüngliche cubische Form noch beibehalten.

Eine andere Eigenthümlichkeit, die der Ectodermkeim in diesem Stadium aufweist, ist das Erscheinen einer Longitudinalrinne am oberen Pol des Embryo, welche zwischen den Pericardial- und Neuralvorsprüngen verläuft (Fig. 29 pin. und 30 pin. *Lr*). Sie erweitert sich um diese beiden Vorsprünge (Fig. 31 pin. *Pcv* u. *Nv*) und endet wahrscheinlich unter denselben. Ich konnte wenigstens an den unteren Horizontalschnitten keine Spur von der Longitudinalrinne bemerken. Die Rinne ist verhältnismäßig ziemlich tief, setzt sich aber in die innere Masse der Organanlagen nicht fort.

Die bedeutendsten und wichtigsten Veränderungen dieses Stadiums gehen an der Follikelwand vor sich und bestehen in der angeführten Wucherung derselben. Diese beginnt im unteren Theile des Embryo, welcher in dem jetzt zu betrachtenden Stadium bedeutend verdickt erscheint und aus einem lockeren Gewebe besteht. Die Wucherung der Follikelwand besteht in starker Vermehrung und im Freiwerden der Zellen, welche ihren Zusammenhang aufgeben und ihre Form verändern. Der Process dieser Veränderungen der Follikelwand beginnt vom unteren Theil des Embryo und setzt sich nach oben fort. Der in Fig. 29 abgebildete Schnitt zeigt im oberen Theil noch das ziemlich unveränderte Gewebe der Follikelwand, welches aus dichtstehenden polygonalen Zellen besteht. Dieses Gewebe nimmt aber nur einen kleinen Theil des Schnittes ein. In dem größten Theil dagegen ist die Follikelwand schon stark verdickt und besteht aus einer scheinbar flüssigen Zwischensubstanz und aus darin sich frei bewegenden Zellen. Dass die Zellen in der That frei sind und sich bewegen können, kann man schon aus ihren mannigfaltigen, größtentheils amöboiden Formen schließen. Die Follikelwand ist durch eine sehr feine Contour von der secundären Follicularhöhle abgegrenzt (Fig. 29 pin. *Fwgr*). Hinter dieser Grenze, im Inneren der Follicularhöhle bemerkt man Zellen, welche den freigewordenen Follikelzellen vollkommen ähnlich sind. Sie sind ebenfalls frei, sammeln sich an der Grenzhaut der Follikelwand und besitzen eine amöboide Gestalt. Was die Herkunft dieser Zellen (Fig. 29 pin. *Az*) anbetrifft, so sind sie wahrscheinlich aus dem die Organanlagen umhüllenden Gewebe entstanden, welches seinerseits der Entstehung zufolge der Follikelwand gleich zu stellen ist. Der primitive Darm ist in seiner Form und in seinem histologischen Bau sehr wenig verändert, doch zeigt er jetzt sehr eigenthümliche Verhältnisse zum Mesodermkeim resp. zur Follikelwand. Was

Digitized by Google

die Form des primitiven Darmes anbetrifft, so stellt er einen aus zwei Hälften bestehenden, schräg von hinten nach vorn gelagerten Sack dar, dessen beide Hälften vorn mit der Nervenanlage, hinten mit der Pericardialanlage verbunden sind (vgl. die Reihe der Horizontalschnitte Fig. 31 pin. A). Der Darmhöhlensack ist nach oben etwas schmäler als unten und liegt der oberen Follikelwand eng an. Weil die Darmhöhle aus zwei annähernd halbkugeligen Hälften besteht, welche sich im oberen Theile nicht berühren, so ist sie daselbst resp. an der Befestigungsstelle an die Follikelwand offen. Durch diese Öffnung geht nun die Fortsetzung der Follikelwand in die Darmhöhle hinein und bildet dort eine Zellenlage, welche die Wände des primitiven Darmes von innen bekleidet. Die Verhältnisse der Follikelwand zur primitiven Darmhöhle sind am besten aus dem auf der Fig. 32 pin. A und B abgebildeten Stadium ersichtlich. Auf dieser Figur ist der obere Theil des Embryo aus einem etwas mehr vorgerückten Stadium als Fig. 30 pin. und 31 pin. dargestellt. Die Follikelwand besteht hier nur aus einer Schicht von annähernd cylindrischen Zellen (Fig. 32 pin. A und B, *Flw*) und ist in der Mitte des Scheitels des Embryo ein wenig eingestülpt. Gerade von dieser eingestülpten Stelle geht von der Follikelwand ein Zellenstrang ab (Fig. 32 pin. A u. B, *Dst*), der in die Darmhöhle sich hineinbegiebt und hier in eine Masse von Zellen übergeht, welche theils die Darmhöhle umkleiden, theils auch in der letzteren frei liegen. Dieser Strang ist nämlich derjenige, welchen TODARO als Invaginationshals »collo d'invaginazione« beschrieben hat. Derselbe steht jedoch mit der Bildung des Darmes in keinem Zusammenhang und besteht aus Zellen, welche nur eine nutritive, nicht aber eine bildende Bedeutung haben. Die Bildung dieses Darmstranges geschieht viel früher als sie Fig. 32 pin. zeigt, soll aber mit der Bildung des Mesodermkeimes zusammenfallen. Die Bekleidungszellen der Darmhöhle sind, wie diejenigen des Mesodermkeimes, amöboid: ihre Formen sind sehr mannigfaltig und an manchen sieht man die Fortsätze, welche auf amöboide Bewegung hinweisen. Die Wände des primitiven Darmes bestehen wie früher aus einer Schicht Cylinderzellen und sind im vorderen Theile mit der Nervenanlage unmittelbar verbunden.

Die Form der Nervenanlage ist an Horizontalschnitten am besten zu ersehen. Untersucht man eine Reihe solcher Schnitte, so sieht man, dass die Nervenanlage eine leistenförmige, von vorn nach hinten allmählich erweiterte prismatische Zellenmasse darstellt, welche

Digitized by Google

von einer canalförmigen Höhle durchsetzt ist. Im vorderen Theile öffnet sich dieser Canal in die primitive Darmhöhle, im hinteren Theile ist er blind geschlossen. Dieser Nervencanal liegt in der Nähe des äußeren Randes der Nervenanlage und nur im vorderen Theile nimmt er eine centrale Lage an, weil 1) die Nervenanlage selbst im vorderen Theile viel enger als im hinteren ist und weil 2) der Nervencanal von hinten nach außen sich merklich erweitert (vgl. Fig. 31 pin. B, C, D, *NC*). Die Structur der Nervenanlage ist an verschiedenen Stellen verschieden. Im hinteren Theile, wo die Anlage ihre größte Ausdehnung erreicht, besteht sie aus polygonalen Gonoblasten, zwischen denen die Überreste der Blastomeren liegen. Dieselben befinden sich wie früher zwischen den Blastomeren (vgl. Fig. 25 pin. *Nbm*), sind aber so stark verändert, dass man ohne Kenntnis der früheren Stadien sie als solche nicht sogleich bestimmt. Dass es aber wirklich Blastomeren und nicht irgend welche andere Zellen sind, kann man nicht nur aus ihrer Lage, sondern auch aus dem Umstande schließen, dass sie überall da auftreten, wo früher die Blastomeren lagen. So werden wir sie ebenfalls in der Pericardialanlage und in dem Pericardialvorsprunge treffen. Die Blastomeren stellen nun kleine helle Zellen mit sich stark färbenden Kernen dar (Fig. 31 C, D, *Nbm*). Sie kommen in sehr geringer Anzahl und zwar nur im hinteren und im mittleren Theile der Nervenanlage vor. Der vordere Theil der Nervenanlage, welcher ausschließlich die Anlage des Ganglions darstellt, besteht nur aus cylindrischen Zellen, welche den Zellen der Darmwände sehr ähnlich erscheinen. Ich konnte dort, wie im Nervenvorsprunge, keine Blastomeren auffinden; dieses Verschwinden könnte entweder durch den Verbrauch derselben, oder durch ihren Übergang in den hinteren Theil der Anlage, in Folge einer stärkeren Vermehrung der Zellen des vorderen Theiles, geschehen sein. Da ich hierüber nicht sicher berichten kann, muss ich diese Frage offen lassen. Im Stadium Fig. 30 pin. und 31 pin. ist die Höhle der Nervenanlage leer. Man könnte aber schon aus der offenen Verbindung, welche zwischen der Nerven- und der Darmhöhle besteht, vermuthen, dass die in die Darmhöhle einwandernden Follikelzellen auch sich in die Nervenhöhle begeben werden. Das ist in der That der Fall. In einem späteren Stadium (Fig. 42 pin. A) ist die Nervenhöhle von Follikelzellen erfüllt; diese Zellen trifft man auch hier in späteren Stadien bis zu der Zeit, wo sie in der Darmhöhle verschwinden. Der Nervenvorsprung befindet sich nun in dem erweiterten vorderen Ende der Longitudinalrinne und stellt einen birnförmigen Zellenhaufen dar (Fig. 31 pin. u. 31 pin. A, *Nvp*). Er besteht aus kleinen Zellen

Digitized by Google

und ist im Vordertheil des Embryo mit der Follikelwand sehr innig verbunden.

An Horizontalschnitten hat die Pericardialanlage eine der Nervenanlage sehr ähnliche Form. Sie repräsentirt eine longitudinale, prismatische Leiste, die im oberen Theile nach außen vorspringt, im unteren Theile aber abgerundet endigt. Der Pericardialvorsprung, welcher den oberen Theil der Pericardialanlage bildet (Fig. 31 pin. *Pcv*) ist seiner Form nach dem Nervenvorsprung vollkommen ähnlich, besteht aber nicht nur aus Follikelzellen, sondern enthält auch eine Anzahl anderer Zellen, die als Überreste der Blastomeren zu deuten sind. Es sind nämlich dieselben runden Bläschen mit dunklen Kernen, welche wir schon in der Nervenanlage antrafen. Die Blastomeren der Pericardialanlage sammeln sich zu dieser Zeit vorzüglich im oberen Theil der Anlage an, und zwar treten sie in Form von kleinen Gruppen auf. Im Pericardialvorsprunge trifft man einen solchen Blastomerenhaufen an (Fig. 31 pin. *Pcbm*), ein anderer viel größerer Haufen liegt etwas nach hinten und innen vom ersteren, nahe an der Darmhöhle (Fig. 31 pin. A, *Pcbm*). Im übrigen Theil der Pericardialanlage sind die Blastomeren mehr zerstreut und finden sich überhaupt in viel geringerer Zahl als im vorderen Theil.

Der Bau der Blastomeren in diesem Stadium weicht von dem der früheren Stadien bedeutend ab. Erstens erscheinen diese Zellen jetzt viel kleiner, zweitens ist diese Beschaffenheit ihrer Kerne und ihres Protoplasma jetzt eine andere als früher. Ihre früher durch ihr entwickeltes Protoplasmanetz sehr gut von den Kernen übriger Zellen zu unterscheidenden Kerne erscheinen jetzt in Form von kleinen unregelmäßig gestalteten Körperchen, die aus einer sich gut färbenden Substanz bestehen und kein Netz mehr constatiren lassen. In manchen Fällen trifft man an Stelle der Kerne nur kleine, dunkle Pünktchen, welche den früheren Kernen nicht ähnlich sind. Das Protoplasma ist in Form eines kleinen Hofes um den Kern gesammelt und besteht aus einer homogenen, unfärbbaren Substanz. Das ganze Aussehen der Blastomeren weist darauf hin, dass sie eine regressive Metamorphose durchlaufen haben. Es ist mir nicht geglückt den Übergang der Blastomeren in diesen Zustand zu verfolgen, sehr wahrscheinlich erscheint mir aber, dass die regressive Metamorphose derselben durch den Verbrauch des früher schon zerstückelten Protoplasma eingeleitet wird. In den Stadien, wo die secundäre Furchungshöhle zuerst auftritt, sind die Blastomeren schon bedeutend kleiner geworden; ihre Kerne liegen nun nicht mehr in einem besonderen Abschnitt, sondern in der Mitte

Digitized by Google

der Zelle und sind ebenfalls kleiner. Die kleinen Protoplasmaparcellen treten dabei nicht so scharf hervor und das Protoplasma stellt nun eine feinkörnige Substanz dar. Diese Übergangsstadien in der Blastomerenentwickelung können jedenfalls auf die schon oben ausgesprochene Vermuthung der regressiven Metamorphose hinweisen. Man könnte diese Veränderungen vielleicht durch andere Ursachen, z. B. durch einen starken Vermehrungsact der Blastomeren erklären, aber wir stoßen dabei auf keine Zeichen einer starken Vermehrung. Dass die Blastomeren sich vermehren, kann man schon aus der wenn auch ziemlich geringen Zunahme ihrer Zahl schließen, aber diese Vermehrung tritt beschränkt auf. Können wir also die Größenabnahme der Blastomeren nicht durch ihre Vermehrung erklären, so bleibt uns allein die regressive Metamorphose übrig, welche diese Veränderungen der Blastomeren zu erläutern im Stande ist.

Die Pericardialanlage ist ihrer ganzen Länge nach in zwei Theile getheilt, von denen nur einer, nämlich der vordere, die Anlage des Pericardiums darstellt (Fig. 31 pin. C, D, *Pc*), der hintere Theil nimmt an der Bildung des Pericardiums keinen Antheil und repräsentirt einen Zellenhaufen, welcher von mir schon als »subpericardialer Zellenhaufen« bezeichnet ist (Fig. 31 pin. B, C, D, *Sph*). Die Anlage des Pericardium selbst fängt erst unter dem Pericardialvorsprung an sich abzutrennen; an horizontalen Schnitten hat sie eine birnförmige Gestalt, indem ihr vorderer Theil sich immer mehr und mehr zuspitzt und sich zwischen die beiden Abtheilungen der primitiven Darmhöhle lagert, während der hintere sich bedeutend erweitert. Die Pericardialanlage besteht größtentheils aus gekernten Zellen, die aus den Gonoblasten entstanden sind. In der Anordnung der Zellen kann man schon jetzt die ersten Andeutungen einer Differenzirung der Pericardialwand bemerken, welche in Form einer peripheren Schicht cylindrischer Zellen die innere Masse der centralen Zellen umhüllt. Die letzteren liegen an der Stelle der späteren Pericardialhöhle und gehen mit der Zeit verloren. Der subpericardiale Zellenhaufen verläuft durch die ganze Länge der Pericardialanlage, vom unteren Theil derselben bis zum Pericardialvorsprung und ist sowohl aus Gonoblasten wie auch aus Blastomeren zusammengesetzt. Letztere sammeln sich, wie gesagt, im oberen Theil dieses Zellenhaufens, doch trifft man auch Spuren derselben im unteren Theil an. Die Gonoblasten, welche die Hauptmasse des Zellenhaufens ausmachen, liegen sehr dicht an einander; die den Rand einnehmenden Gonoblasten geben kleine Fortsätze ab, welche sich mit den benachbarten Zellen des Mesodermkeimes verbinden.

Digitized by Google

Die weiteren Entwicklungsvorgänge bestehen in der Ausbildung der Organe und der allgemeinen Körperform des Embryo, letztere wurde schon oben in ihren Hauptzügen beschrieben. Obgleich die detaillirte Beschreibung der definitiven Ausbildung der Organe im Plane meiner Untersuchungen nicht liegt, will ich doch hier Einiges in dieser Beziehung mittheilen.

Die Haut entwickelt sich aus dem Ectodermkeim, welcher desshalb als ein dem Ectoderm anderer Thiere analoges Gebilde zu betrachten ist. Wir sahen, dass der Ectodermkeim in der letzten Entwicklungsperiode zum größten Theil aus einer Schicht von kleinen, abgeflachten Zellen bestand, nur am oberen Theil des Embryo waren diese Zellen etwas höher als an anderen Stellen und hatten eine cubische Form. Später geht aber das Wachsthum der Ectodermzellen immer nach unten weiter fort, bis auf der ganzen Oberfläche des Embryo die Ectodermzellen ihre ursprüngliche, cubische Gestalt angenommen haben. Die Ursache einer solchen Gestaltveränderung der Ectodermzellen könnte meiner Meinung nach theils in der Verschiedenheit des Wachsens der inneren Theile des Embryo, im Vergleich mit der Ectodermschicht, theils in der Bildung der Celluloseschicht zu suchen sein. Zur Zeit der Abflachung der Ectodermzellen bemerkt man in der That eine starke Proliferation der Zellen des Mesodermkeimes, welche zur starken Wucherung dieser Schicht führt (vgl. Fig. 29 pin, 30 pin. und 32 pin.). Nachdem die Proliferation der Zellen des Mesodermkeimes beendigt und die secundäre Follicularhöhle von Zellen schon angefüllt ist, fängt erst das Wachsthum der Ectodermzellen an, welches zur Bildung des Cellulosemantels in gewisser Beziehung steht. Die Bildung der Cellulosenschicht geht bei der Salpa pinnata ziemlich früh vor sich und beginnt mit der Theilung der Zellen des Ectodermkeimes, welcher das Wachsthum der Ectodermzellen vorangeht. Ich brauche kaum zu bemerken, dass der Cellulosemantel aus Ectodermzellen entsteht, wie es von Hertwig, Arsenieff, Todaro und mir gezeigt wurde. Bei Salpa pinnata bemerkt man schon vor der Bildung der Celluloseschicht die Theilung der Ectodermzellen, welche sich später von der Ectodermschicht abtrennen und in die helle, gleichartige Cellulosesubstanz übergehen. Zunächst bildet sich diese Schicht am oberen Pol des Embryo, wo sich die größten Ectodermzellen finden, später setzt sich diese Bildung nach unten fort. Da die Ectodermzellen sich dabei vermehren müssen und ihre Vermehrung resp. Theilung dem Wachsthum folgt, so ist es begreiflich, dass die am oberen Pol des Embryo begonnene Bildung des Cellulosemantels, indem sie sich nach

Digitized by Google

unten fortsetzt, zunächst ein Wachsen der Ectodermzellen im unteren Theile des Embryo hervorruft.

Indem wir jetzt zu den Derivaten der Follikelwand, resp. der Gonoblasten übergehen, fangen wir mit der Bildung des Pericardiums und des Herzens an.

Die Pericardiumanlage zerfällt schon ziemlich früh in zwei Theile: einen vorderen, welcher die Anlage des Pericardiums selbst vorstellt, und einen äußeren, der ziemlich lange als ein Zellenhaufen — der subpericardiale Zellenhaufen — dem Pericardium anliegt. Dieser letztere Theil, zuerst hinter und später unter dem Pericardium liegend, bleibt lange Zeit als ein Zellenhaufen sichtbar, bis er endlich in einzelne Zellen zerfällt. Wahrscheinlich gehen die Zellen des subpericardialen Zellenhaufens in Blutkörperchen über (vgl. Fig. 34 *Pph*). Die Anlage des Pericardiums selbst stellt zuerst einen soliden Zellenhaufen dar, in dem schon ziemlich früh eine Differenzirung in eine periphere Zellenlage (*Pcp*) und in eine centrale Zellenmasse (*Pcc*) hervortritt (Fig. 34 pin. *Pc*, *Pcp* u. *Pcc*). Die periphere Zellenlage stellt nun die Anlage der Pericardialwand dar, während die innere Masse die Stelle der späteren Pericardialhöhle einnimmt. Die Pericardialanlage hat in diesem Stadium an Horizontalschnitten eine dreieckige Form, welche sie auch etwas später beibehält, wo schon im Innern der Anlage die Pericardialhöhle gebildet ist. Fig. 35 pin. stellt namentlich denjenigen Zustand der Kreislaufsorgane dar, wo sie nur aus einem pericardialen Schlauch, ohne eine Spur des Herzens bestehen. Das Pericardium liegt in diesem Stadium zwischen den beiden Hälften der Darmanlage, und ist ein prismatisches Rohr, welches mit einer seiner Ecken in die Darmhöhle eindringt. Der Vergleich dieses Stadiums mit dem eben betrachteten (Fig. 34 pin.) und mit dem noch früheren ergiebt, dass die Pericardialanlage ihre Lage etwas verändert hat. Sie liegt nun nicht mehr ganz in der Längsachse des Embryonalkörpers, sondern ist etwas nach rechts abgelenkt. Sonst ist ihre Beziehung zum subpericardialen Zellenhaufen, so wie ihre eigene Form sehr wenig verändert.

Die Bildung des Herzens geht in derselben Weise vor sich, wie sie von mir früher für Salpa africana[1] angegeben wurde, nur konnte ich jetzt den Process etwas genauer verfolgen. Die erste Anlage des Herzens tritt in Form einer Einstülpung der vorderen Pericardialwand (Fig. 36 pin. *Hz*) auf, welche der Darmhöhlenwand dicht anliegt. Den

[1] Die Knospung der Salpen. Morph. Jahrbuch Bd. III.

Digitized by Google

Impuls zu dieser Einstülpung giebt die Darmhöhlenwand. An Horizontalschnitten des Embryo, in welchem die Bildung des Herzens beginnt, kann man bemerken, dass die Zellen der primitiven Darmwand, gerade an der Stelle, wo die Einstülpung auftritt, in Theilung begriffen sind (Fig. 36 pin. *Blz*). Einige von diesen Zellen besitzen zwei Kerne, andere sind schon zerfallen und bilden einen Vorsprung, der die Einstülpung ausfüllt. Desswegen betrachte ich die Einstülpung der Pericardialwand als Folge der Proliferation der Darmzellen, die auf die pericardialen Zellen drücken und sie einstülpen. Was später aus diesen Zellen wird, konnte ich nicht genau verfolgen, glaube aber, dass sie sich in Blutkörperchen verwandeln.

In der Bildung des Herzens zeigen die Salpen eine große Analogie mit denWirbelthieren, bei denen das Herz ebenfalls als Einstülpung der Pericardialwand auftritt. Obgleich an der Bildung des Herzens das Entoderm scheinbar keinen Antheil nimmt, während bei der Bildung des Salpenherzens dasselbe in die Herzeinstülpung eingeht, trifft man auch bei den Wirbelthieren analoge Erscheinungen bei der Bildung von Blutgefäßen. So bemerkt man z. B. bei der Bildung der Cardinalvenen beim Sterlet eine bedeutende Wucherung des Entoderms, welche in das sich bildende Gefäß eintritt und dort in einzelne Zellen — Blutkörperchen — zerfällt[1].

Die Ränder der zuerst weit offenen Einstülpung der Pericardialwand, welche die Herzanlage darstellt, nähern sich bei der weiteren Entwicklung einander und es bildet sich in Folge dessen ein Rohr, welches das Herzrohr vorstellt. Die Verwandlung der Herzeinstülpung in das Herzrohr kann man schon im Stadium Fig. 40 pin. sehen, wo die Schließung der Einstülpungsränder bereits beendet ist. Das Herz bleibt mit dem Pericardium an der vorderen Wand desselben verbunden — ein Verhältnis, welches auch im definitiven Herzen zwischen diesen beiden Theilen besteht. Die Wände des Herzens bestehen aus einer Schicht von Zellen, welche denen der Pericardialwand vollkommen ähnlich sind. Da das Herz auch im definitiven Zustande nur aus einer Zellenschicht besteht, so muss man die eben beschriebenen Zellen des Herzrohrs als Vorgänger der späteren Muskelzellen des Herzens ansehen. Letztere haben im definitiven Zustande eine rhomboide Gestalt und sind ebenfalls, wie die ursprünglichen Zellen der Herzwand, dicht an einander gefügt.

Die Muskeln des Körpers — die Muskelreifen — verdanken

[1] Entwicklung des Sterlets Bd. I.

Digitized by Google

ihre Bildung den Zellen des Mesodermkeimes resp. der Follikelwand, welche die Höhle zwischen dem Ectoderm und dem Entoderm ausfüllen. Diese Höhle, welche ich jetzt als secundäre Follicularhöhle bezeichne, entspricht vollkommen derjenigen, die ich früher bei Salpa democratica (Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 27) als Leibeshöhle bezeichnet habe. Diese Bezeichnung muss ich jetzt aufgeben, weil die Bildung dieser Höhle, so wie die Verhältnisse derselben zum Mesoderm eine solche Deutung nicht zulassen, während der Name, welchen ich ihr jetzt gebe, diese Höhle wenigstens in keine Beziehung zu den Höhlen der Wirbelthiere stellt. Nachdem die Follikelzellen ihre Verbindung verloren haben, verwandeln sie sich, wie erwähnt, in amöboide Zellen, welche den ganzen Zwischenraum zwischen dem Ecto- und Entoderm ausfüllen. Einige dieser amöboiden Zellen sammeln sich an der Oberfläche der primitiven Darmhöhle und bilden eine Zellenschicht, aus der später die Körpermuskeln entstehen. Diese Schicht, welche zuerst auf der oberen Hälfte des primitiven Darmes auftritt, später sich nach unten verbreitet, zeigt schon bei ihrem Auftreten (Fig. 42 pin. B, *Msch*) eine unebene Oberfläche, indem sie der Quere nach stellenweise wulstförmig verdickt ist. Diese Wülste stellen nun die Anlagen von Muskelreifen dar (Fig. 40 pin. *Mrf*). Sie sind durch weniger verdickte Stellen (Fig. 40 pin. *Mlk*) der Muskelschicht mit einander verbunden. In späteren Stadien geht das Wachsthum ausschließlich in den Muskelreifen vor sich, während die Verbindungsstücke sich immer mehr und mehr abplatten und endlich vollkommen verschwinden. In Folge dessen erscheinen zwischen den Muskelreifen ziemlich geräumige Lücken, welche die einzelnen Muskelreifen von einander trennen. Die Muskelreifen wachsen und nehmen die Gestalt von cylindrischen Wülsten an, in denen die weitere Differenzirung der Zellen in Muskelfasern vor sich geht. Es ist nicht meine Absicht, die definitive Entwicklung der Organe hier zu beschreiben; ich will nur bemerken, dass im Innern der Muskelreifen in den letzten Entwicklungsstadien eine Höhle auftritt, welche man auch bei den ausgebildeten Thieren immer findet. Die Deutung dieser Höhlen kann von vorn herein nicht leicht erfolgen, wie überhaupt die Vergleichung der Salpenorgane mit denen anderer Thiere vom embryologischen Standpunkte große Schwierigkeiten darbietet. Wenn man aber die Muskelreifen der Salpen ihrer Anordnung nach als metamere Bildungen betrachten darf, so können dieselben gewiss mit den Muskelplatten der Wirbelthiere am ehesten verglichen werden; in solchem Falle könnten die Höhlen der Muskelreifen als den Höhlen der Muskelplatten homolog betrachtet werden. Ich möchte mich aber der

Digitized by Google

Entscheidung der Frage über die Homologie der erwähnten Höhlen enthalten, bis die sonderbaren Entwicklungsvorgänge der Salpen überhaupt in der Embryologie anderer Thiere ihre Erklärung gefunden haben werden. Die primitive Darmhöhle, welche sich später in die definitive Athemhöhle verwandelt, bleibt längere Zeit hindurch aus zwei getrennten Hälften zusammengesetzt. Dieselben besitzen die Gestalt von halbkugeligen, mit ihren Rändern nach innen umgebogenen Schalen (Fig. 33 *Dw*); in dieser Weise bilden sich vorn und hinten zwischen den Rändern der Darmhöhlenanlage die Rinnen, in welchen sich vorn die Anlage des Nervensystems, hinten die des Pericardiums befindet. Im oberen Theile der Athemhöhle biegen sich die Ränder derselben viel tiefer hinein, in Folge dessen bilden sich daselbst zwei Aussackungen der Athemhöhle, welche sich später weiter entwickeln und die Anlagen der sog. Cloakalhöhle und der Kieme darstellen. Fig. 33 pin. und 33 pin. A stellen zwei Horizontalschnitte aus demselben Embryo dar, wo diese Structurverhältnisse sehr deutlich hervortreten. Am Schnitt Fig. 33, welcher durch den unteren Theil des Embryo gegangen ist, sieht man die beiden Hälften der primitiven Darmhöhle und die von ihnen gebildeten Rinnen (*Pcr* und *Nr*); am Schnitte Fig. 33 pin. A, welcher dem oberen Theil des Embryo entnommen ist, erscheinen schon die beiden Hälften in Form von zwei Säcken (*Dw*), zwischen denen ein Strang aus Gonoblasten — die Anlage der Kieme — liegt.

Das Verwachsen der beiden Hälften der Darmhöhle tritt erst nach der Bildung des Herzens hervor. Es fängt ungefähr in dem Stadium an, wo das Herunterkriechen der Faltenhülle eben begonnen hat. Vor dieser Vereinigung sind die beiden Rinnen mehr flach, indem die nach innen gebogenen Ränder der Darmanlagen sich ausgleichen. Diese Ausgleichung geht aber nicht auf die Ränder der vorderen Aussackungen über. Letztere bleiben als solche bestehen und nehmen nicht nur an Umfang nicht ab, sondern vergrößern sich noch bedeutend. Ihre nach innen gebogenen, inneren Wände verwachsen mit einander und umschließen eine rinnenförmige Höhle, welche sich später in die Kiemenhöhle verwandelt.

Die Bildung der Kieme bei Salpa pinnata geht ähnlich, wie es von mir für Salpa democratica angegeben, vor sich. Die Kieme bildet sich nämlich durch die Verwachsung der beiden vorderen Aussackungen der primitiven Darmhöhle. Ich habe aber bei Salpa democratica eine Verdickung der oberen Wand der Darmhöhle beschrieben, welche die Anlage der Kieme darstellen sollte. Eine solche Verdickung

Digitized by Google

existirt in der That nicht und ich benutze diese Gelegenheit um diesen Fehler zu corrigiren. Was ich unter der Verdickung der Athemhöhlenwand beschrieb, ist eigentlich die zwischen den beiden Darmaussackungen liegende rinnenförmige Höhle, welche mit Zellen des Mesodermkeimes angefüllt ist. Ich konnte damals die Embryonen von Salpa democratica nicht an Schnitten untersuchen, sondern musste mich mit optischen Schnitten begnügen, welche jedenfalls den wirklichen Schnitten an Genauigkeit bedeutend nachstehen.

Die beiden in Rede stehenden Aussackungen (Fig. 39 pin. A, *Cls*) der primitiven Darmhöhle fangen in dem Stadium an zu wachsen, wo die Faltenhülle eben herunterzukriechen beginnt. Das Wachsthum muss sehr rasch vor sich gehen, weil man sie im Stadium Fig. 39 schon in Form von zwei sich nach vorn richtenden, blindgeschlossenen Schläuchen antrifft, während in einem etwas früheren Stadium (Fig. 37 pin.) sie nur wenig hervortreten (Fig. 37 pin. *Cls*). Die beiden Säcke berühren sich am hinteren Theile des Embryo, wo die von ihnen umschlossene Höhle — die spätere Kiemenhöhle — bereits eine cylindrische Gestalt hat (Fig. 41 pin. *Kh*). Die vollständige Ausbildung der Kieme erfolgt durch Zusammentreffen der beiden Aussackungen und Verwachsen derselben. In Folge dessen trennt sich von der Darmhöhle ein kleines cylindrisches Rohr ab, welches mit seinen beiden Enden an die Wand der primitiven Darmhöhle befestigt ist, mit seinem mittleren Theil aber frei in die Darmhöhle herabhängt. Zugleich mit der Kieme entsteht auch die sog. Cloacalhöhle, welche nichts Anderes als die obere Abtheilung der primitiven Darmhöhle darstellt. Ich habe ebenfalls schon an einem anderen Orte [1] den Vergleich zwischen der primitiven Darmhöhle (Kiemenhöhle) der Salpen und Ascidien gemacht, so dass ich jetzt nicht auf die abweichenden Ansichten von Brooks über diesen Gegenstand weiter einzugehen brauche.

Nachdem die Kiemenrinne sich geschlossen, stellt sie einen cylindrischen Sack dar, welcher vorn und hinten in die Mesodermschicht geöffnet erscheint. Durch diese Öffnungen treten nun die amöboiden Zellen des Mesoderms hindurch, welche sich dann größtentheils in Blutkörperchen verwandeln (vgl. Fig. 42 pin. und 42 pin. A, *K*, *Kof*).

Die Entwicklung der Derivate der primitiven Darmhöhle: der Bauchfalten und des Darmcanals geht in der von mir für Salpa democratica angegebenen Weise vor sich, wesshalb ich mich hierbei nicht aufhalten werde. Ich will nur auf Fig. 38 pin. und 42 pin. A hin-

[1] Über die Knospung der Salpen (Morph. Jahrb. Bd. III).

Digitized by Google

weisen, wo die erste Anlage des Darmkanales abgebildet ist. Dieselbe erscheint ziemlich spät und hat die Form eines blindgeschlossenen Fortsatzes der primitiven Darmhöhle, welcher sich später nach unten krümmt und sich schließlich in die primitive Darmhöhle öffnet.

Die Entwicklung des Nervensystems und der Sinnesorgane verdient besondere Aufmerksamkeit, weil sie 1) einige Eigenthümlichkeit im Vergleich mit der von Salpa democratica darbietet und 2) weil gerade in der letzten Zeit die Untersuchungen von JULIN[1] neue Gesichtspunkte für die Beurtheilung der Flimmergrube bei den Tunicaten eröffnet haben. Da die betreffenden Untersuchungen hauptsächlich auf anatomische Thatsachen gestützt sind, so wollen wir die Ergebnisse hier vom embryologischen Standpunkte aus prüfen.

Die Eigenthümlichkeit, welche Salpa pinnata in Bezug auf die Entwickelung des Nervensystems darbietet, besteht darin, dass die Verbindung der Nervenanlage mit der Darmhöhle bei dieser Species viel früher erscheint, als bei den anderen Salpenarten. Wir sahen, dass diese Verbindung schon in dem Stadium bemerkbar ist, wo die Darmhöhle noch aus getrennten Hälften besteht; in diesem Stadium kann man keine Hirnblasen in der Nervenanlage unterscheiden. Bei Salpa democratica, so wie bei den übrigen Salpenarten tritt diese Verbindung meist erst dann auf, wenn die Nervenhöhle in drei Hirnblasen getheilt ist. Diese Verschiedenheit zwischen Salpa pinnata und den übrigen Salpen hängt wahrscheinlich von dem verhältnismäßig frühen Auftreten der Nervenanlage bei der ersteren Species ab.

Die Nervenanlage, welche zur Zeit des Auftretens der Verbindung mit der Darmhöhle einen nach unten gerichteten Sack darstellt (Fig. 32 pin. A, *N*) rückt bei der Umbildung der Darmhöhle nach oben und nimmt somit die Lage ein, die der definitiven Lage des Nervenganglions entspricht. Nachdem die beiden Hälften der Darmhöhle verwachsen sind, ist das Nervenganglion mit seinem oberen blindgeschlossenen Ende nach oben, mit seiner Verbindungsöffnung nach unten gekehrt (Fig. 37 pin. *N*). Diese Umdrehung der Nervenanlage ist eigentlich nur eine scheinbare und die Veränderungen in der Nervenanlage können nicht durch eine wirkliche Umdrehung derselben, sondern durch die Änderung ihrer Form erklärt werden. Vergleicht man das auf der Fig. 32 pin. A abgebildete Stadium mit dem von Fig. 37, so ersieht man, dass die allgemeine Form der Darmanlage und mit ihr auch die Verbindung derselben mit der Nervenanlage bedeutend

[1] Archives de Biologie T. II.

Digitized by Google

verändert ist: bei der allgemeinen Erweiterung der primitiven Darmanlage ist auch ihre Verbindung mit der Nervenanlage erweitert und nach vorn gedrängt, die knieförmige Aussackung der Nervenanlage (Fig. 32 pin. A, *N*), welche in dem citirten Stadium nach unten gerichtet war, hebt sich in Folge der Erweiterung der Verbindungsöffnung (Fig. 32 pin. u. 37 pin. *Vbo*) nach oben und vorn und stellt nun die Bauverhältnisse dar, welche wir im Stadium Fig. 37 bei der Verwachsung der Darmanlagen antreffen. Die Nervenanlage repräsentirt in diesem Stadium einen birnförmigen, nach unten erweiterten Körper, in welchem schon jetzt zwei Theile zu unterscheiden sind. Der obere, blindgeschlossene Theil derselben (Fig. 37 pin. *N*) stellt die Anlage des Nervenganglions, der untere, erweiterte die der Flimmergrube dar (Fig. 37 pin. *Fgr*). Der etwas nach vorn hervortretende Vorsprung des unteren Theiles (Fig. 37 pin. *) entspricht dem blindgeschlossenen, unteren Ende der primitiven Nervenanlage, welches auf Fig. 32 pin. A ebenfalls mit einem * bezeichnet ist. Die Anlage des Nervenganglions ist jetzt von einer Schicht Follikelzellen umhüllt; ihre Höhle enthält jetzt noch einige Zellen, welche in den früheren Stadien aus dem Follikelschlauch (Mesodermkeim) in dieselbe eingedrungen waren. Außer diesen Zellen ist daselbst noch eine körnige Masse vorhanden, welche wahrscheinlich durch den Zerfall der Zellen entstanden ist. Die Wände der Nervenanlage sind dünn und aus einer Zellenlage zusammengesetzt.

Das folgende Entwicklungsstadium des Nervensystems (Fig. 39 pin. C) zeichnet sich durch fortschreitende Differenzirung der beiden eben angedeuteten Theile aus. Das Nervenganglion sondert sich schärfer von der Flimmergrube ab. Die wichtigsten Veränderungen, welche man bei ihm nun bemerkt, betreffen die Theilung seiner Höhle in drei blasenförmige Erweiterungen (Fig. 39 pin. C, 1, 2, 3), welche von KOWALEVSKY entdeckt und von mir bei Salpa democratica wieder gefunden wurden. Bei Salpa pinnata, so wie bei den meisten Salpen sind diese Hirnblasen nur innerlich durch Verdickungen der Wände des Ganglions abgegrenzt, die Oberfläche des Ganglions bleibt dabei ganz glatt. In diesem Stadium tritt auch eine bedeutende Verdickung der Hirnwände hervor, welche jetzt nur den hinteren Theil derselben betrifft (Fig. 39 pin. C, *Nv*). Dieselbe erscheint an Horizontal- und Querschnitten (Fig. 41 pin. A, *Nv*) in Form einer Platte, welche in die Höhle der Nervenblase hineinragt und von außen von einer Schicht des Mesodermkeims bedeckt ist (Fig. 41 pin. A, *Msk*). Endlich bleibt auch die das Ganglion umkleidende Mesodermschicht nicht ohne Veränderungen; ihre Zellen verlieren den Zusammenhang und die ganze Schicht zer-

Digitized by Google

fällt nun in einzelne Zellen, die sich meist mit der Masse der übrigen Zellen des Mesodermkeimes vermischen. An einzelnen Stellen, namentlich in der Nähe des Ganglions, bemerkt man noch zusammenhängende Zellen, die dem Ganglion dicht anliegen.

Die eben begonnene Abtrennung des Ganglions von der Flimmergrube ist in den weiteren Stadien noch mehr ausgeprägt, indem das Ganglion viel schneller wächst als die Flimmergrube und in den nächsten Stadien in Form einer ovalen Zellenmasse erscheint, welche mit der Flimmergrube nur durch eine enge Öffnung verbunden ist. Die Flimmergrube nimmt dabei eine trichterförmige Gestalt an, indem ihre Athemhöhlenöffnung sich bedeutend erweitert (Fig. 43 pin. *Fgr*). Die Wände des Ganglions verdicken sich immer mehr und mehr, so dass die Nervenhöhle nun in Form einer Spalte (Fig. 42 pin. *Nh*) erscheint, in der die Hirnblasen nur undeutlich, spurweise, zu unterscheiden sind. Die Höhle communicirt mit der Flimmergrube durch eine außerordentlich enge Öffnung und desshalb ist es sehr schwer auf den Schnitten diese Öffnung zu finden und damit die Verbindung dieser beiden Theile der primitiven Nervenanlage zu constatiren. Fig. 43 pin. stellt einen gelungenen Längsschnitt durch das Nervensystem dar, wo diese Verbindung deutlich zu sehen, somit außer Zweifel gestellt ist.

Indem die Verdickung der Hirnwände immer fortschreitet, wird die Hirnhöhle in Folge dessen immer kleiner, bis sie vollkommen verschwindet. Das Ganglion nimmt dabei ungefähr eine kugelrunde Gestalt an und stellt endlich einen soliden Körper dar, dessen innere Theile aus einer feinkörnigen Masse (Punktsubstanz), der äußere aber aus Ganglienzellen besteht (Fig. 44 pin.). Mit dem Verschwinden der Hirnhöhle hört auch die Verbindung des Ganglions mit der Flimmergrube auf. Die beiden Theile, welche in dem vorletzten Stadium (Fig. 43 pin.) durch eine enge Öffnung communicirten, rücken nun aus einander: das Ganglion bleibt im oberen Theile des Embryo liegen, die Flimmergrube schiebt sich nach unten. Fig. 43 pin. repräsentirt diesen Zustand des Nervenganglions, wo dasselbe schon nicht in einem directen Zusammenhange mit der Flimmergrube steht. TODARO giebt eine Beschreibung nebst Abbildung von einem solchen Stadium, erklärt dasselbe für eines der ersten Entwicklungsstadien und nimmt desshalb an, dass die Flimmergrube »sich als eine kleine Vertiefung des Entoderms oder des Athemsackes in der Nähe des unteren Endes der Kieme bildet« (TODARO, Atti della real. Ac. dei Lincei Tomo II, p. 35; vgl. auch seine Fig. 22—27). Dabei hat er die frühere Verbindung des Ganglions mit der Flimmergrube vollkommen übersehen.

Digitized by Google

Die Ausbildung der Flimmergrube beginnt nach ihrer Abtrennung von dem Ganglion und äußert sich zunächst in der Faltung derselben. Es bildet sich nämlich zu beiden Seiten der primitiven Flimmergrube eine kleine Einstülpung der Athemhöhlenwand, nach deren Erscheinen kleine Falten auftreten, welche den Umfang der Flimmergrube immer mehr und mehr vergrößern. Die neuentstandenen Falten der Athemhöhlenwand sind immer vom Flimmerepithel bekleidet, welches der ursprünglichen Flimmergrube abgeht.

In den späteren Stadien konnte ich die Verbindung des Ganglions mit der Flimmergrube nicht finden und glaube desshalb, dass dieselbe später aufhört. Es scheint mir aber, dass ein vollständiges Verschwinden dieser Verbindung nicht stattfindet, so dass man immer die Spuren einer früheren Verbindung bei den ausgewachsenen Salpen constatiren könnte. Untersucht man die Längsschnitte durch das ausgebildete Ganglion, so kann man unter den Nerven, welche von demselben abgehen, zwei Nervenstränge auffinden, welche vom Ganglion sich nach unten begeben und die Flimmergrube innerviren. Die Anordnung (Fig. 44 pin. *Nv*) dieser Nerven und ihr Gang bietet eine bedeutende Ähnlichkeit mit dem ursprünglichen Verbindungscanal des Ganglions dar, und es ist mir sehr wahrscheinlich, dass sie den Überrest des letzteren repräsentiren.

Die Flimmergrube der Tunicaten war in der letzten Zeit der Gegenstand für sehr sorgfältige Untersuchungen von Charles Julin [1]. Dieser Forscher giebt eine genaue Beschreibung der Drüse, welche unter dem Ganglion bei verschiedenen einfachen Ascidien liegt und auch von anderen Forschern, besonders von Ussow [2] genau untersucht wurde. Er kommt dabei zu Schlüssen, welchen ich keineswegs beistimmen kann. Er betrachtet nämlich die Drüse und die Flimmergrube als ein der Hypophysis der Wirbelthiere homologes Gebilde und stützt sich dabei nur auf anatomische Ergebnisse, ohne die embryologischen Thatsachen zu berücksichtigen. Letztere, obgleich noch ziemlich ungenügend, sind für allgemeine Folgerungen durchaus nicht werthlos. Hätte Ch. Julin die wirkliche und nicht die wahrscheinliche Entstehungsart der Flimmergrube berücksichtigt, so würde er sich gewiss überzeugt haben, dass die Entstehungsart der Flimmergrube und die der Hypophysis keineswegs als gleich betrachtet werden kann. Aus

[1] Ch. Julin, Recherches sur l'organisation des Ascidies simples (Arch. de Biologie T. II, 1881).

[2] Ussow, Beiträge zur Kenntnis der Organisation der Tunicaten (in den Nachrichten der Moskauer Gesellschaft für Naturwiss. etc. Bd. XVIII, L. 2).

Digitized by Google

den ziemlich übereinstimmenden Angaben von KOWALEVSKY (Pyrosoma), GANIN (Ascidien) und von mir (Salpen) ergiebt sich, dass die Flimmergrube während der Entwicklung aller genannten Tunicaten sich einerseits in das Nervenganglion, andererseits in die Athemhöhle öffnet. TODARO ist der einzige, der diese Verbindung nicht erwähnt, aber aus Gründen, welche von mir schon erörtert sind. Das Verhalten des Ganglion zur Flimmergrube bei den erwachsenen Tunicaten, nämlich die Abwesenheit einer Communication zwischen diesen beiden Gebilden, muss als Resultat späterer Veränderungen dieser Organe betrachtet werden. Die Entwicklung geht anders vor sich. Die Flimmergrube bildet sich vollkommen unabhängig vom Nervensystem und tritt erst später mit dem letzteren in Verbindung. Es geht also die Entwicklung der Hypophysis und der Flimmergrube auf zwei ganz verschiedenen Wegen vor sich, und die Embryologie, so weit sie durch die Untersuchungen von KOWALEVSKY, TODARO und mir bekannt ist, giebt keine Beweise für die angenommene Homologie. Man findet aber auch bei erwachsenen Salpen einige Bauverhältnisse, welche ebenfalls nicht zu Gunsten der Ansicht von JULIN sprechen. Die Hypophysis liegt immer unter dem Gehirn, nie oberhalb desselben, während die Lage des drüsenförmigen Organs bei den Tunicaten in dieser Beziehung einige wesentliche Unterschiede darbietet. So befindet sich dieses Organ z. B. bei Cynthia (Cynthia papillosa ausgenommen) und bei Clavellina nach den Angaben von Ussow (l. c. p. 51, Fig. 60 *D*, Cynthia microcosmus betreffend) nicht unterhalb, sondern oberhalb des Ganglion, zwischen letzterem und dem Ectoderm, weicht somit bezüglich seiner Lage von der Hypophysis bedeutend ab. Diese Thatsachen genügen meiner Meinung nach, um die hervorgehobene Homologie, wenigstens vorläufig, nicht anzuerkennen.

Die Entwicklung der Augen fängt erst nach dem Verschwinden der Nervenhöhle an. Da die detaillirte Beschreibung der definitiven Entwicklung der Organe, wie schon bemerkt, nicht in den Plan dieser Arbeit eingeht, so werde ich mich in Betreff derselben mit der Beschreibung eines auf Fig. 44 pin. abgebildeten Stadiums begnügen. Die Figur zeigt einen Längsschnitt durch das Ganglion und die Flimmergrube eines ziemlich weit vorgerückten Embryo von Salpa pinnata. Statt der früheren Nervenhöhle befindet sich im Innern des Ganglions eine der LEYDIG'schen Punktsubstanz entsprechende, feinkörnige Masse, welche außen von einer Zellenrinde begrenzt ist. Von letzterer gehen nach vorn wie nach hinten die Nerven aus. Im Nervenganglion kann man nun zwei Theile unterscheiden: einen unteren — das

Digitized by Google

eigentliche Ganglion — und einen oberen — die Anlage der Augen. Letztere setzt sich vom ersteren durch eine Einschnürung ab und verlängert sich nach vorn und hinten in zwei solide Fortsätze — die Anlage der Augen. Die Augen sind durch eine mittlere Brücke mit einander verbunden (Fig. 44 pin. *Aubr*). Die beiden Augen liegen der äußeren Haut (*Ht*) dicht an und bestehen aus kleinen, polygonalen Zellen, die mit den Nervenzellen des Ganglions vollkommen identisch sind. Die äußersten dieser Zellen zeichnen sich vor den übrigen durch eine ziemlich starke Pigmentirung aus und stellen die Anlage der Pigmentschicht dar, welche bekanntlich die Oberfläche ausgebildeter Augen umgürtet. Die Entwicklung des Auges lehrt somit, dass nicht nur die Nervenelemente, sondern auch die Chorioidealelemente des Auges bei Salpen aus dem Nervenganglion hervorgehen. Die weitere Entwicklung des Auges wurde nicht verfolgt.

Was endlich die Entwicklung des Elaeoblastes anbetrifft, so ist dieselbe derjenigen von Salpa democratica ganz ähnlich. Das Elaeoblast von Salpa pinnata zeichnet sich nur durch seinen definitiven Bau aus, der von TODARO ganz richtig beschrieben ist. Desshalb verweise ich in dieser Beziehung auf die TODARO'sche Beschreibung, muss aber anführen, dass ich dabei keineswegs mit der TODARO'schen Ansicht über die Function und Deutung des Elaeoblastes einverstanden bin. Ich verbleibe bei meiner früheren Meinung über dieses embryonale Organ und will dasselbe als den Überrest des Schwanzes sammt der Chorda der Ascidierlarven betrachten. In dieser Meinung werde ich durch neue Beobachtungen über den Process der Atrophie des Schwanzes von Doliolum bestärkt. Weiter unten werde ich zeigen, dass bei der Zusammenziehung der Chorda, während der Atrophie des Schwanzes, bei Doliolumlarven Stadien vorkommen, welche der Form und dem Bau nach dem Elaeoblast einiger Salpen sehr ähnlich sind. Das Elaeoblast von Salpa pinnata bietet in seinem histologischen Bau im Vergleich mit anderen Salpenarten mehrere Verschiedenheiten dar, ist daher für die Vergleichung dieses Organes mit der Chorda und dem Schwanze der Doliolumlarven nicht vollkommen geeignet und kann keineswegs als Typus für die anderen Salpen betrachtet werden. Desshalb will ich die Erörterung hierüber bis auf die Beschreibung der übrigen Salpenarten aufschieben.

Digitized by Google

II. Salpa africana.

Da mir im Vergleich zu Salpa pinnata eine viel begrenztere Anzahl Embryonen von Salpa africana zu Gebote stand, so konnte ich die Entwicklung der Organe hier nicht so genau verfolgen, wie es bei der vorhergehenden Species der Fall war. Nichtsdestoweniger konnte ich einige Entwicklungsvorgänge gerade bei Salpa africana viel besser studiren, als bei der Salpa pinnata. Namentlich sind es die ersten Entwicklungsvorgänge, die Umwachsung der Blastomeren durch die Gonoblasten, welche sich besonders gut an dem von mir gesammelten Materiale untersuchen ließen.

Das Ei von Salpa africana, welches ich schon zur Zeit der Contraction des Eistiels beobachten konnte, zeichnet sich ziemlich scharf vor dem der anderen Salpen aus. Es hat eine ovale Gestalt, liegt in einem Blutsinus, der immer von einer großen Menge Blutkörperchen erfüllt ist, und besitzt einen langen, zugespitzten Fortsatz, welcher sich nach vorn richtet und die Länge des Eies weit übertrifft (Fig. 1 af. *Fcf*). Dieser Fortsatz ist nichts Anderes als eine Verlängerung des Follikelepithels, wovon man sich sehr leicht an den gefärbten und aufgehellten Präparaten überzeugen kann. Im hinteren erweiterten Theile des Follikelfortsatzes kann man noch die Höhle bemerken, welche die unmittelbare Fortsetzung der Follicularhöhle darstellt. Nach vorn zu nimmt diese Höhle sehr rasch an Umfang ab und verschwindet bald gänzlich, indem die Zellen des Fortsatzes sich einander mehr nähern, bis endlich die Spitze desselben nur aus einer einzigen Zellenreihe zusammengesetzt erscheint. Der Follicularfortsatz ist dem Boden des Blutsinus fest angeklebt, so dass das Herauspräpariren desselben große Schwierigkeiten darbietet. Das Ei selbst, vom Follikelepithel umhüllt, hat die Form eines mit seiner Spitze nach vorn gerichteten Hügels (Fig. 1 af. *Ez*) und ist auch mit seiner Basis dem Boden des Blutsinus angewachsen, während seine obere Hälfte frei in die Höhle des Blutsinus hineinragt. Nach hinten zu ist die Follicularhöhle wie bei den anderen Salpen festgeschlossen und geht unmittelbar in den Eistiel über (Fig. 1 af. *Est*), welcher seinerseits sich in die hintere Abtheilung des Eies, nämlich in den Oviduct (Fig. 1 af. *Od*) fortsetzt. Der Eistiel, welchen ich, wie gesagt, in dem Contractionszustande beobachtete, bestand aus zwei und zum Theile aus drei Zellenreihen, welche aber in ihrer ganzen Länge einen soliden Strang darstellen. Der Oviduct bietet keine Besonderheiten im Vergleich zu dem von Salpa pinnata dar. Er ist

Digitized by Google

flaschenförmig in der Mitte ausgebuchtet und mündet in der Mitte eines hügelförmig verdickten Theiles der Athemhöhle in diese aus. Die Höhle des Oviducts ist in diesem Stadium vollkommen leer, während man in den späteren Stadien dort eine Anzahl ovaler glänzender Körperchen antrifft, welche den Spermatozoenköpfchen nicht unähnlich sind.

Was endlich die Eizelle selbst anbetrifft, so befindet sich dieselbe ausschließlich in der Follicularhöhle und geht nicht in den Follicularfortsatz über. Sie besteht aus einem feinkörnigen Protoplasma und aus einem Kern (Fig. 2 af.). Der Kern ist groß und stellt, wie bei allen Salpenarten, einen kugelförmigen, aus einem hellen Kernsaft und einem feinkörnigen Kernplasmanetz bestehenden Körper dar. Leider ist es mir nicht gelungen die unmittelbar hierauf folgenden Stadien zu beobachten. Nach den ersten Furchungsstadien zu urtheilen, kann man mit ziemlicher Gewissheit sagen, dass die ersten Theilungsvorgänge, die Bildung der Polzellen u. s. w. in derselben Weise vor sich gehen, wie es bei der Salpa pinnata beschrieben wurde. In den ersten Furchungsstadien bemerkt man in der Follicularhöhle, und zwar in der Nähe des Oviducts, einige ovale, stark lichtbrechende Körperchen, welche ich für nichts Anderes als für Spermatozoenköpfe halte. Sie kommen nämlich nur in dieser Entwicklungsperiode vor und besitzen in der That eine solche Ähnlichkeit mit Spermatozoenköpfchen, dass man sie gewiss als solche betrachten kann. Ich muss dazu bemerken, dass ich kein Ei aus dieser Entwicklungsperiode schneiden konnte, ohne eine Anzahl dieser Körperchen im Innern des Oviducts resp. der Follicularhöhle anzutreffen (Fig. 2 af. *Sp*). Fig. 3 af. stellt einen Längsschnitt durch das Ei im Stadium der Zweitheilung der Eizelle dar. Der Oviduct, welcher durch diesen Schnitt nicht mitgetroffen worden, wohl aber an anderen Schnitten sichtbar ist, erscheint in Form eines kurzen Rohres. Der Eistiel ist vollkommen verschwunden. Das Ei liegt in einer Bluthöhle resp. in einer Erweiterung des Blutsinus, in der man immer mehrere feinkörnige Blutkörperchen unterscheiden kann. Die Bluthöhle ist von außen, resp. von der Athemhöhle durch die verdickte Athemhöhlenwand geschieden, welche den erwähnten Epithelhügel darstellt (Fig. 2 af. *Ephg*). Derselbe erscheint viel mehr hervorgewölbt, als es in dem früheren Stadium der Fall war und legt sich mit seiner Mitte an die Oberfläche des Follikels an. Nach vorn zu tritt zwischen dem Follikel und dem Epithelhügel eine Zellenschicht auf, deren Verhältnis zum Ei an dem betrachteten Schnitte nicht ganz klar ist. Doch der folgende Schnitt (Fig. 3 af. *Fcf*) lässt sehr leicht ersehen, dass dieselbe nichts weiter als der Follikelfortsatz ist. Er besteht nun aus

Digitized by Google

zwei Zellenreihen, verengert sich nach vorn und geht in eine einzellige Schicht über. Es ist bemerkenswerth, dass die Lage des Follikelfortsatzes (Fig. 2 af. *Fcf*) bezüglich der benachbarten Theile der Athemhöhle und des Blutsinus eine andere als in dem früheren Stadium ist. Anstatt am Boden der Bluthöhle zu liegen, befindet er sich jetzt an der oberen Wand derselben und zwar dem Epithelhügel unmittelbar anliegend. Ich kann mir diese Ortsveränderung des Follikelfortsatzes nur dadurch erklären, dass das Ei während der Verkürzung des Eistiels sich etwas um seine Längsachse dreht. Mit der Beendigung der Verkürzung des Eistiels hört auch die Umdrehung des Eies auf, und der Fortsatz verbleibt in seiner späteren Lage.

Das Follikelepithel besteht aus einer Schicht cylindrischer Zellen; diese sind im oberen und hinteren Theil des Follikels viel größer als im unteren. Die Follikelhöhle ist groß, nur in ihrem vorderen Theile liegen zwei Blastomeren, von denen eines in der Längsrichtung durchschnitten ist. Dasselbe befindet sich im Zustande der Kerntheilung, hat eine tonnenförmige Gestalt und lässt an sich die Kernspindel und die Kernsterne deutlich erkennen. Im Allgemeinen zeigt der Kern keine Abweichung von den bekannten Formen der Kerntheilung, unterscheidet sich aber doch in so fern, als die Kernsterne sehr schwach angedeutet sind. Ich will hier bemerken, dass es ziemlich schwer ist, die Bilder der Kerntheilung bei den Salpen zu beobachten. Bei mehreren Dutzend Eiern in diesem Stadium, welche ich durchschnitt, konnte ich nur in 2 oder 3 Fällen die Kerntheilung beobachten, was vielleicht durch die außerordentlich langsame Vermehrung der Blastomeren zu erklären wäre.

Das andere Blastomer, nur zum Theil durchschnitten, besitzt einen bläschenförmigen Kern, welcher sich im Ruhezustande befindet. Die beiden Blastomeren liegen dem vorderen Theil der Follikelwand ganz dicht an, so dass sie fast wie angewachsen erscheinen. Zwischen beiden und der Follikelwand kann man deutlich eine kleine Zelle bemerken (Fig. 2 af. *Pz*), welche ihrer Lage nach als Richtungsbläschen betrachtet werden kann. Der wichtigste Theil des Eies ist derjenige, wo die Proliferation der Follikelzellen begonnen hat. In dem beschriebenen Stadium kann man die ersten Spuren dieses für die Entwicklung der Salpen so wichtigen Processes beobachten. Die Stelle, an welcher die Proliferation der Follikelzellen, die Bildung der Gonoblasten, bei der Salpa africana zuerst auftritt, entspricht vollkommen derjenigen von Salpa pinnata. Die ersten Gonoblasten bilden sich nämlich genau hinter den Blastomeren. Diese Stelle (Fig. 2 af. *Fcw*)

Digitized by Google

zeichnet sich durch eine starke Vermehrung der Follikelzellen aus, welche in Form eines Querwulstes in die Höhle des Follikels vorspringen. Die Zellen erhalten denselben eigenthümlichen Charakter wie bei Salpa pinnata; sie haben namentlich eine dreieckige Gestalt und sind gegen einander eingekeilt. In einem späteren Stadium (Fig. 3 af.), wo die Zahl der Blastomeren bedeutend vermehrt ist, behalten die Gonoblasten den eben beschriebenen Charakter, sind aber gewiss der Zahl nach bedeutend vermehrt (Fig. 3 af. *Fcw*). Sie liegen den Blastomeren ganz dicht an und bilden im Querschnitt ein aus zwei Zellreihen bestehendes Band, welches mit seiner Basis zwischen den Follikelzellen eingekeilt ist. Die Blastomeren, deren Zahl nun im Längsschnitte 5 beträgt (im Ganzen sind ihrer etwa 7), bilden einen Zellenhaufen, dessen periphere Zellen der Follikelwand ganz fest angewachsen sind. Die Veränderungen in der Lage und Form der verschiedenen Theile des Eies gehen schon aus dem Vergleich von Fig. 3 af. mit Fig. 2 af. hinlänglich hervor. Der in Fig. 4 abgebildete Längsschnitt ist glücklicherweise gerade durch die Längsachse des Eies geführt und lässt desswegen die Veränderungen aller accessorischen Theile des Eies ziemlich genau erkennen. Die bedeutendsten Veränderungen erleidet der Epithelhügel, welcher bedeutend ausgewachsen ist und nun einen kuppelförmigen Hügel bildet, in dessen Höhle das Ei durch zwei Fortsätze: den Follikelfortsatz (Fig. 3 af. *Fef*) und das Überbleibsel des Oviducts (Fig. 3 af. *Od*) aufgehängt ist. Der Follikelfortsatz ist schon bedeutend verkürzt und trägt alle Zeichen einer regressiven Entwicklung in sich. Die Grenzen seiner Zellen, welche im Stadium Fig. 3 af. sehr deutlich waren, sind nun vollständig verloren gegangen; er besteht nun aus zusammengeflossenen Zellen, in welchen nur Kerne deutlich zu unterscheiden sind. Dieselbe Structur trifft man auch in dem Oviducte an, in welchem noch einige ovale stark lichtbrechende und von mir als Spermatozoenköpfe gedeutete Körper hervortreten (Fig. 3 af. *Sp*). Diese beiden Organe: der Follicularfortsatz und der Oviduct gehen nun sehr schnell verloren. Im Stadium Fig. 4 af. hat man keine Spur von denselben. Das Ei bekommt dabei eine mehr abgerundete Gestalt und liegt dem oberen gewölbten Theile des Epithelhügels an (Fig. 4 af.). Die Vermehrung der Blastomeren geht sehr langsam vor sich, ihre Zahl im Längsschnitt ist ziemlich dieselbe, wie im vorhergehenden Stadium. Die Proliferation der Gonoblasten hat im Gegentheil bedeutende Fortschritte gemacht. Die in zwei Reihen gelagerten Gonoblasten umwachsen schon etwa die Hälfte des Blastomerenhaufens, sind aber wieder nur auf einer Seite dieses Haufens vorhanden. Die

Digitized by Google

nach unten (resp. zum Blutsinus) gerichtete Oberfläche bleibt unbedeckt. Man bemerkt aber an dem dieser Seite entsprechenden Theile der Follikelwand ein ziemlich merkliches Wachsthum derjenigen Follikelzellen, welche dem Blastomerenhaufen anliegen. Gerade an derselben Stelle tritt in dem späteren Stadium eine neue Proliferation des Follikelepithels hervor, welches den Blastomerenhaufen von unten zu umwachsen beginnt. Desswegen betrachte ich die Vergrößerung der Zellen der unteren Follikelwand als den Beginn des später auftretenden unteren Fortsatzes der Follicularhülle. In dem in Fig. 5 af. abgebildeten Stadium ist der Blastomerenhaufen schon von beiden Seiten resp. von oben und unten von den Gonoblasten umwachsen. Der in dieser Figur dargestellte Schnitt ist etwa dem Stadium Fig. I af entnommen. Das Ei besteht in diesem Stadium aus einem verhältnismäßig stark aufgetriebenen Epithelhügel, in welchem ein ovaler Follicularsack liegt. Die etwas unregelmäßige Gestalt des Follikels ist wahrscheinlich durch die Wirkung der Conservationsflüssigkeit bedingt. Im Bau des Epithelhügels und des Follikels bemerkt man keine besondere Veränderung im Vergleich zu dem früheren Stadium. Der Blastomerenhaufen besteht aus 7 Zellen, von denen eine in Vermehrung begriffen ist. Das Wachsthum des Blastomerenhaufens geht nur in einer Richtung, nämlich nach der Querachse des Follikels vor sich, und so zeigt sich schon jetzt eine dicke Scheidewand, welche die Follikelhöhle in zwei Theile theilt. Die Gonoblasten umhüllen nun mehr als eine Hälfte des Blastomerenhaufens und bestehen aus zwei (einer oberen und einer unteren) Platten, von denen jede aus zwei Zellenschichten zusammengesetzt ist. Der unmittelbare Übergang der Gonoblastenschichten in das Follikelepithel ist an den feinen Schnitten ganz deutlich zu sehen. Der von den Gonoblasten frei bleibende Theil das Blastomerenhaufens ragt nicht mehr frei in die Follicularhöhle, sondern liegt der Follikelwand so dicht an, dass man die Grenze zwischen den Blastomeren und den Follikelzellen nur sehr schwer constatiren kann (Fig. 5 af.*).

Die folgenden Stadien sind mir größtentheils ziemlich zerstreut und vereinzelt zur Beobachtung gekommen, so dass ich hier nicht eine fortlaufende Reihe beschreiben kann. An diesem gewiss ziemlich mangelhaften Material konnte ich jedoch feststellen, dass, obgleich die Entwicklungsvorgänge bei Salpa africana im Allgemeinen in großer Übereinstimmung mit denen der Salpa pinnata stehen, sich einige Verschiedenheiten in dem Entwicklungsmodus der Organe vorfinden. Der Entwicklungsplan bleibt der die Entwicklung von Salpa pinnata charakterisirende; es bildet sich nämlich die Hauptmasse der

Digitized by Google

Organe aus den Gonoblasten und den Follikelzellen, welche zunächst der Anlage der primitiven Darmhöhle ihren Ursprung geben; die Haut und die Placenta sind wie bei Salpa pinnata und bei mehreren anderen Salpenarten ein Product des Epithelhügels.

Die Bildung der Placenta oder die Differenzirung des Epithelhügels in den Ectodermkeim und in die Anlage der Placenta kann man an dem Längsschnitte Fig. 6 af. genau ersehen. Der Schnitt geht durch den Embryo mit beginnender Faltenbildung. Der Embryo stellt einen ziemlich hohen, hügelförmigen Körper dar, an dem schon von außen drei Theile unterschieden werden können. Der obere Theil repräsentirt den Embryonaltheil selbst (Fig. 6 af. *Em*) und entspricht eigentlich dem oberen Theil der vorhergehenden Stadien, in welchem der Follikel ursprünglich lag. Er besteht aus dem Follikel mit den in demselben eingeschlossenen Blastomeren und Gonoblasten und ist nach außen von einer sehr dünnen einzelligen Haut — dem Ectodermkeim — bedeckt (Fig. 6 af. *Eck*). Letzterer ist nichts Anderes als der obere Theil des Epithelhügels, wovon man sich genau durch den unmittelbaren Übergang desselben in die Placenta überzeugen kann. Der mittlere Theil des Embryo stellt die Placenta (Fig. 6 af. *Pl*) dar, welche in Form einer größtentheils einzelligen Schicht den Blutsinus von den Seiten begrenzt. Die obere Begrenzung des Blutsinus wird durch eine feine Membran — das Placentadach — dargestellt (Fig. 6 af. *Pld*), das nach Analogie mit Salpa pinnata als Überrest der unteren Follikelwand betrachtet sein muss. In der Mitte des Placentadaches bildet sich ein nach unten in den Blutsinus hineinragender Vorsprung, welcher die Blutknospe darstellt. Diese ist vollkommen identisch mit dem gleichen Gebilde der Salpa pinnata gelagert. Die Verbindung der Follikelwand mit dem Placentadach ist ganz verschwunden; man sieht aber, dass der verdickte Theil der Follikelwand gerade an der Stelle, wo das Placentadach beginnt, aufhört. Die Grenzen des Placentadaches sind nun ziemlich schwer zu ermitteln, weil es schon ganz innig mit den seitlichen Wänden der Placenta verwachsen ist. Mir ist es aber sehr wahrscheinlich, dass dieselben genau der Lage der Blutknospe entsprechen, dass somit die Abtrennung der Follikelwand zur Bildung des Placentadaches an dieser Stelle stattfindet. Unter der Blutknospe liegt wie bei Salpa pinnata ein Blutsinus, der dem centralen Blutsinus der Salpa pinnata vollkommen entspricht. Unter der Placenta, nämlich zwischen derselben und der Athemhöhlenwand, liegen zwei Falten (*Flh*), welche die Anlage der Faltenhülle darstellen. Das Verhältnis der Faltenhülle zu den übrigen Theilen des Embryo ist bei

Digitized by Google

Salpa africana sehr lehrreich, indem es zeigt, dass diese Hülle einen integrirenden Theil des Embryo bildet und nicht von der Athemhöhlenwand entsteht. Die Grenzen des Embryo gegen die Athemhöhlenwand sind hier sehr deutlich durch den Blutsinus bestimmt; letzterer nämlich liegt nur unter dem Embryo, wovon man sich ganz gut an dem Schnitt (Fig. 5 af.) aus dem vorhergehenden Stadium überzeugen kann. An den Rändern des Embryonaltheiles verjüngt sich der Blutsinus, und seine Wände verwachsen mit der Athemhöhlenwand vollständig. Würde also die Faltenhülle aus der Athemhöhlenwand gebildet, so dürften wir keinen Blutsinus in ihr antreffen. Schon beim Beginn der Faltung kann man aber die Blutsinuse in den Falten ganz gut unterscheiden, und zwar stellen die Faltensinuse eine unmittelbare Fortsetzung des placentaren Sinus dar.

Nachdem wir so die allgemeine Zusammensetzung des Embryo kennen gelernt haben, können wir zur Betrachtung des Embryonaltheiles (Fig. 6 af. *Em*) übergehen. Wir haben schon oben bemerkt, dass derselbe von unten resp. vom Blutsinus der Placenta durch das Placentadach abgegrenzt ist, oben und seitwärts dagegen vom Ectodermkeim (dem oberen Theil des Epithelhügels) bekleidet ist. Im Inneren ist er größtentheils von einer zelligen Masse erfüllt, welche aus den Follikelzellen, Gonoblasten und Blastomeren besteht. Die Follicularhöhle ist hauptsächlich mit Keimzellen angefüllt. Im unteren Theil des Embryo bleibt noch ein Überrest derselben (Fig. 6 af. *Fh*), der nach oben sich in eine kleine Spalte fortsetzt, welche die Follikelwand (Fig. 6 af. *Fw*) von dem Keimzellenhaufen abtrennt. Vergleicht man den Bau des Embryonaltheiles in dem beschriebenen Stadium mit dem des vorhergehenden Stadiums, so kann man sich die Vorgänge, welche zwischen diesen beiden Stadien stattgefunden haben, ziemlich leicht reconstruiren. Der Überrest der Follicularhöhle entspricht nach dieser Vergleichung dem unteren Theile derselben im vorhergehenden Stadium; der obere Theil ist vollkommen verschwunden, und daraus schließen wir, dass die Vermehrung der Gonoblasten hauptsächlich in der oberen Gonoblastenplatte vor sich geht. Gleichzeitig damit muss auch in den Zwischenstadien eine starke Vermehrung des Follikelepithels stattfinden, deren Endresultat sich in einer starken Wucherung der Follikelwand (Fig. 6 af. *Fw*) äußert. In Folge der Vermehrung der Follikelzellen und der Gonoblasten liegen diese Theile des Embryo dem Ectodermkeim so dicht an, dass die Grenze zwischen denselben größtentheils sehr unmerklich ist. Überhaupt ist anzuführen,

Digitized by Google

dass der Ectodermkeim bei Salpa africana nicht so scharf wie bei Salpa pinnata hervortritt.

Was den histiologischen Bau der Anlagen des Embryonaltheils anbetrifft, so ist darüber Folgendes hinzuzufügen. Der Ectodermkeim besteht aus einer Zellenschicht, deren Zellen im oberen Theile eine cylindrische, in den übrigen Theilen eine abgeplattete Form besitzen. Die Follikelwand ist aus mehreren Schichten hoher, cylindrischer Zellen zusammengesetzt, welche den Gonoblasten vollkommen ähnlich zu sein scheinen. Die Gonoblasten stellen überall einen unmittelbaren Übergang zu den Follikelzellen dar; da wo der Keimzellenhaufen mit der Follikelwand verwachsen ist, kann man zwischen diesen beiden Theilen des Embryo keine Grenze wahrnehmen. Die Blastomeren (Fig. 6 af. *Bm*) sind in einer ziemlich geringen Zahl zwischen den Gonoblasten zerstreut. Sie liegen größtentheils im oberen Theil des Embryo unmittelbar unter dem Ectodermkeim, doch trifft man auch dieselben in dem unteren Theil der Keimzellenmasse an. Die Veränderungen der Blastomeren sind mit denen von Salpa pinnata vollkommen identisch. Jedes Blastomer hat eine birnförmige Gestalt und besteht aus zwei Theilen: einem dünneren protoplasmatischen, den Kern beherbergenden und einem breiteren, in welchem das Protoplasma in polygonale Stücke zerfallen ist. Die Zerklüftung des Protoplasma tritt hier genau in derselben Form auf, wie wir es bei Salpa pinnata beschrieben haben. An den Schnitten sind die Blastomeren gewiss in verschiedener Richtung getroffen worden. Instructive Bilder bekommt man dann, wenn die Zelle der ganzen Länge nach durchschnitten ist, wie es z. B. an den mit * Fig. 6 af. bezeichneten Blastomeren zu sehen ist. Aus der Vergleichung der Zahl der Blastomeren in dem beschriebenen Stadium mit dem vorhergehenden ergiebt sich, dass die Vermehrung dieser Zellen außerordentlich langsam vor sich geht. In dem von Fig. 7 af. repräsentirten Schnitte finden sich ihrer nur 6; der Vergleich mit den nächstfolgenden Schnitten desselben Embryo ergiebt, dass die Gesammtzahl derselben ungefähr 14 beträgt, welche Zahl die der vorhergehenden Stadien nur wenig übertrifft.

Die Faltenhülle nimmt bei ihrem Wachsthum eine Form an, welche von derjenigen der Salpa pinnata verschieden und für Salpa africana sehr charakteristisch ist. Diese Hülle erscheint zunächst in Form von zwei Falten, welche den beiden Seiten des Embryonalleibes entsprechen. In den ersten Stadien haben die beiden Falten die Form eines Kahnes, in dessen Mitte der Embryonalkörper liegt. Diese Formverhältnisse können am besten an Oberflächenansichten wahrgenommen werden

Digitized by Google

(vgl. Fig. II af. und II A af.). In den späteren Stadien wird der Embryonalleib von der Faltenhülle überwachsen. Die beiden Falten stoßen oberhalb des Embryo auf einander und wachsen dann in Form einer senkrechten, kammförmigen Platte über den Embryo aus. Diese Platte bekommt bald die auf Fig. III af. dargestellte scheibenförmige Gestalt, die für die Embryonen von Salpa africana so charakteristisch ist, dass man hiernach den Embryo dieser Species von allen übrigen unterscheiden kann. Die scheibenförmige Platte geht der Längsachse des Embryo parallel und ist zur Orientirung der Schnittrichtung sehr nützlich. Die weiteren Schicksale der Faltenhülle gleichen denen bei den übrigen Salpenarten. In den späteren Stadien tritt zunächst eine Zusammenziehung der halbkreisförmigen Platte auf, in Folge dessen die beiden Falten der Faltenhülle aus einander gehen und über dem Embryo eine Längsspalte sich bildet, durch welche der obere Theil des Embryo (Fig. IV af.) sichtbar wird. Bei der weiteren Zusammenziehung der Faltenhülle wird der Embryonalkörper immer mehr und mehr entblößt, bis er endlich vollständig aus der Faltenhülle in die Athemhöhle herausragt (Fig. V af.). Während dieser Veränderungen der Faltenhülle wird auch die Form des Embryonalleibes bedeutend verändert. Im Allgemeinen unterscheidet sich der Embryo von Salpa africana von denen der übrigen Salpen durch eine außerordentliche Entwickelung der Placenta, deren ungemeines Wachsthum dadurch bedingt ist, dass ein Theil des ursprünglichen Embryonalleibes in die Placenta übergeht. Desswegen kann man schon von außen her bemerken, dass die Placenta aus zwei Theilen besteht (Fig. III af., IV af., V af. *Pl* u. *Pl'*), einem oberen, schmalen, dem Embryo unmittelbar anliegenden und einem unteren, stark erweiterten, den Blutsinus umgebenden und der eigentlichen, genuinen Placenta entsprechenden Theile. Ersterer bildet sich aus dem Embryonalleibe, ist, wie schon von vorn herein zu erwarten war, von der genuinen Placenta durch eine quere Scheidewand, das Placentadach, abgetrennt und enthält eine eigene Höhle, die gar nicht mit Blut erfüllt ist und eigentlich der Follicularhöhle entspricht. In den späteren Stadien unterliegt das Placentadach in so fern einer Veränderung, als es den Charakter einer Scheidewand verliert und sich in eine protoplasmatische Masse verwandelt, wodurch die Communication zwischen den beiden Placentahöhlen hergestellt ist.

Fig. 7 af. stellt einen Längsschnitt durch den Embryo aus dem Stadium I af. dar. Die Falten der Faltenhülle haben etwa $^2/_3$ des Embryo umwachsen. Der Bau des Embryo ist schon bedeutend verändert. Diese Veränderungen betreffen hauptsächlich den Bau der Blastomeren

Digitized by Google

und die Entwicklung einer Höhle, welche die primitive Darmhöhle darstellt. Dieselbe ist in dem beschriebenen Stadium kaum gebildet, erscheint in Form eines kleinen, im oberen Theil des Embryo liegenden Spaltes in der Gonoblastenmasse und ist nur oben und von den Seiten von distincten cylindrischen Zellen begrenzt. Die Zellen an dem unteren Theile der Darmhöhle fließen noch mit den benachbarten Gonoblasten zusammen. Daraus kann man schließen, dass die Bildung der Darmhöhle auch hier durch eine Spaltung im Innern der Gonoblastenmasse — also in derselben Weise wie bei Salpa punctata und Salpa pinnata — geschieht. Die spätere Differenzirung der unteren centralen Wand der Darmhöhle, so wie das Auftreten von zwei Erweiterungen an den beiden Enden der Anlage (Fig. 7 af. *Pdh*) zeigen, dass auch hier die Spuren einer doppelten Anlage der primitiven Darmhöhle, wie bei Salpa pinnata, zum Vorschein kommen. Es unterscheidet sich diese Anlage von der letzteren nur dadurch, dass die beiden Theile derselben sehr frühzeitig zusammenfließen und eine einzige Darmhöhle bilden, während bei Salpa pinnata dieses Zusammenfließen erst in einem sehr späten Stadium stattfindet. Der Schnitt, mit dem wir uns eben beschäftigt haben, ist im Vergleich zu Fig. 6 af. umgekehrt, was man aus der Lage der Follicularhöhle erschließen kann, welche auf dem ersteren rechts, auf dem letzteren links gelegen ist. Der Umfang wie die Stellung der Follicularhöhle ist im Verhältnis zu Fig. 6 af. sehr wenig verändert, man sieht nur die Spalte nicht, welche die Follicularwand von der Gonoblastenmasse im früheren Stadium trennte. Vielleicht ist das Verschwinden derselben durch das Zusammenfließen der Gonoblastenmasse mit der Follicularwand bedingt. Die Blastomeren zeichnen sich in diesem Stadium vor denen des vorigen Stadiums bedeutend aus. An den Schnitten lassen sich nun die kleinen Protoplasmapartikelchen nicht mehr unterscheiden, in welche die Blastomeren des Stadiums Fig. 6 af. zerfallen sind. Das Protoplasma der Blastomeren zieht sich sehr stark zusammen (Fig. 7 af. *Bm*) und sammelt sich um den Kern, während die Peripherie der Zelle vollkommen blass und selbst scheinbar leer bleibt. Jedes Blastomer ist von Gonoblasten vollständig umgeben. Der Embryonaltheil (Fig. 8 af.) selbst steht an Größe dem Placentartheile bedeutend nach. Er enthält eine sich als primitive Darmhöhle erweisende Höhle. Die Zellen, welche den Embryonaltheil zusammensetzen, sind jetzt so dicht verbunden, dass die eine Zellenlage von der andern gar nicht unterschieden werden kann. In dieser Beziehung geben die Embryonen von Salpa africana ein viel ungünstigeres Object ab als die der anderen Salpenarten. Von den Wänden der primitiven

Digitized by Google

Darmhöhle kann man nur die untere unterscheiden, die übrigen fließen mit den umgebenden Zellenschichten zusammen. Die Darmhöhle bildet in ihrem oberen Theile zwei kleine Divertikel, deren Bedeutung mir unbekannt geblieben ist. Die übrigen Theile des Embryo bestehen aus kleinen gekernten Zellen. Nur am Scheitelpole des Embryo bemerkt man ziemlich große, sich schwach färbende Zellen, welche auf der Oberfläche des Embryo liegen. Aus dem Vergleich der Lagerung dieser Zellen in diesem Stadium mit der Lage der Blastomeren im Stadium Fig. 7 af. geht mit gewisser Wahrscheinlichkeit hervor, dass diese großen Zellen Überreste der Blastomeren sind. Ähnliche Zellen trifft man noch in einem anderen Theile des Embryo, nämlich im hinteren Körperende in einem Vorsprung an, welchen ich nach der Analogie mit Salpa pinnata als Pericardialvorsprung bezeichnen will (Fig. 9 af. *Mrop*). Die Zellen liegen in der Spitze des Vorsprungs und sind vollkommen unbedeckt. Die Form und der Bau dieser Zellen gleicht denjenigen der Blastomeren. Die Zellen färben sich schwach mit Carmin und besitzen einen großen Kern, der das für die Blastomerenkerne so charakteristische Nucleoplasmanetz enthält (Fig. 8 af. *Bm*).

Bevor wir zu den weiteren Stadien übergehen, wollen wir uns bei den neueren Untersuchungen, welche gerade die Entwicklung der Salpa africana betreffen, etwas aufhalten. Es ist namentlich die Arbeit von J. Barrois »Sur les membranes embryonnaires des Salpes[1]«, welche nicht nur die Entstehung der Embryonalhäute, sondern auch die embryonale Entwicklung dieser Salpenspecies behandelt. Die schöne Arbeit von Barrois, welche ziemlich gleichzeitig mit meiner vorläufigen Mittheilung[2] erschienen ist, giebt uns zum ersten Mal eine genaue und meist vollkommen richtige Beschreibung der Entstehung der Embryonalhäute und der Placenta von Salpa africana. Obgleich ich nicht in jeder Beziehung mit dem französischen Forscher einverstanden bin, kann ich seine Hauptresultate über die Entstehung der Placenta und der Faltenhülle vollkommen bestätigen. Unsere Ansichten divergiren in Bezug auf die ersten Embryonalvorgänge der Salpen und zwar so durchgreifend, dass es bloß durch die verschiedenen Beobachtungsmethoden zu erklären und nicht durch die Verschiedenheit in den Vorgängen selbst bedingt ist. Der Cardinalpunkt unserer Divergenz bildet die Entstehung des Embryo. Nach den Barrois'schen Untersuchungen soll der Embryonalleib ausschließlich aus den Furchungszellen her-

[1] Barrois, Mémoire sur les membranes embryonnaires des Salpes (Journ. de l'Anat. et de la Physiol.).

[2] Zoolog. Anzeiger.

Digitized by Google

vorgehen. Die Proliferation der Follikelzellen hat Barrois überhaupt nicht beobachtet. Nach mir sind die Blastomeren im Gegentheil von einer ganz untergeordneten Bedeutung bei der Entwicklung des Embryo und gehört die Hauptrolle den Follikelzellen. Zwischen den Blastomeren soll nach Barrois eine Furchungshöhle entstehen, welche ich ebenfalls bei keiner von mir untersuchten Salpenart beobachtete, und endlich als eine Verdickung der unteren Wand der Blastula bildet sich nach Barrois die Anlage des Entoderms aus. Wie das Mesoderm entsteht, wird von Barrois nicht angegeben.

Bei der Wiedergabe der Hauptresultate von Barrois will ich hier bemerken, dass die Lösung der Streitpunkte in unseren Beobachtungen nur durch eine erneuerte Untersuchung erzielt werden kann. Anführen will ich nur, 1) dass die Vergrößerung, bei welcher die Barrois'schen Figuren abgebildet sind, für die Beobachtung der feineren Details durchaus ungenügend ist und 2) dass ich noch gegenwärtig die Präparate besitze, welche in Fig. 2 af.— 5 af. abgebildet sind und die ich meinen Collegen, namentlich den Herren Dr. P. Mayer, Prof. Dohrn, Prof. Van Beneden, Dr. Uljanin u. A. mehrmals gezeigt habe. In meinen früheren Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Salpa democratica war ich selbst derselben Meinung über die Rolle der Furchungszellen, welche von Barrois jetzt vertreten wird. Gegenwärtig habe ich auch bei dieser Species dieselben Entwicklungsvorgänge wie bei allen anderen von mir untersuchten Species gefunden und habe Recht zu vermuthen, dass auch Barrois bei einer näheren Untersuchung die Proliferation der Follikelzellen und die Theilnahme der letzteren bei dem Aufbau des Embryo finden wird.

Da meine Ansichten bezüglich der Furchung von den Barrois'schen abweichen, so stimmen auch unsere Angaben über die weiteren Entwicklungsvorgänge und namentlich über den Bildungsmodus der Organe nicht überein. Was zunächst den Epithelialhügel (cul de sac von Barrois) anbetrifft, so persistirt nach ihm nur der untere Theil desselben bei der Entwicklung; der obere Theil (mein Ectodermkeim), aus welchem nach meinen Angaben die Haut der Salpe entsteht, soll nach Barrois verschwinden. Dasselbe nimmt auch Barrois bezüglich der Follikelwand an, deren oberer Theil dem Barrois'schen cul de sac (Ectodermkeim) dicht anliegt, und es soll nur der untere Theil des Follikels erhalten bleiben, der nach Barrois in den »Boden der Placenta« (mein Placentadach) übergeht. Indem ich die Verwandlung des unteren Theiles des Follikels im Barrois'schen Sinne zugebe, kann ich seinen Angaben über das Verschwinden des oberen Theiles nicht

Digitized by Google

beistimmen. Nach meinen Untersuchungen kann vom Verschwinden des Follikels keine Rede sein, da die Zellen desselben im Gegentheil sehr stark proliferiren und das Baumaterial für die Bildung der meso- und entodermalen Gebilde abgeben. Barrois selbst hat einige von diesen Gebilden beobachtet und ganz richtig beschrieben. Er beschreibt z. B. als Entodermverdickung (»renflement endodermique«) denselben Theil, den wir als vordere Mesodermverdickung bezeichnet haben. Er hält denselben für den entodermalen Theil des Embryo, weil er keine äußeren Grenzen des Entoderm resp. der primitiven Darmwand gefunden hat, Grenzen, welche man selbst in den früheren Stadien (Fig. 7 af.) an den Schnitten ziemlich leicht auffinden kann. In den späteren Stadien, wo schon die Höhle um den primitiven Darm entsteht, wird die Darmwand von den begrenzenden Zellen abgetrennt und tritt nun ganz deutlich hervor.

Wenden wir uns nun zu den weiteren Entwicklungsstadien von Salpa africana. Die nächstfolgenden Stadien zeichnen sich durch das Wachsthum des Placentartheiles aus. Die Folge hiervon ist, dass der ganze Embryo in die Höhe wächst und dabei eine cylindrische etwas abgeplattete Gestalt annimmt.

Fig. 9af. stellt einen Längsschnitt eines dem zuletzt beschriebenen Stadium am nächsten stehenden Embryo dar. Der Embryonaltheil ist im Verhältnis zum Placentartheil groß. Er ist kuppelförmig gewölbt und lässt eine äußere Zellenschicht, die innere Zellenmasse und den primitiven Darm erkennen. Die äußere Schicht (Fig. 9 af. *Eck*) besteht aus mehreren Zellenlagen und ist am Scheitel am meisten verdickt. Querschnitte der späteren Stadien zeigen, dass diese Verdickung die Form eines Kammes besitzt. An der einen Seite bemerkt man einen kleinen Vorsprung (Fig. 9 af. *Evp*), den wir schon in früheren Stadien angetroffen und als Nervenvorsprung bezeichnet haben. Nach unten zu nimmt die äußere Schicht an Dicke ab, bis sie an den Rändern nur aus einer Zellenlage besteht.

Verfolgt man die weiteren Veränderungen der eben beschriebenen äußeren Zellenschicht in den folgenden Stadien, so kann man sich leicht davon überzeugen, dass sie die Anlage der äußeren Haut darstellt. Man kann sie desshalb als Ectodermkeim bezeichnen. Es ist mir aber nicht gelungen, die Herkunft dieser Schicht sicher nachzuweisen, da in den früheren Entwicklungsstadien die Zellen des Follikelepithels, die Gonoblasten, den Zellen des Epithelhügels so dicht anliegen, dass es sehr schwer ist, die Grenze zwischen beiden Schichten festzustellen. Es scheint mir aber, dass der Ectodermkeim von Salpa africana genau

Digitized by Google

denselben Ursprung, wie der von Salpa pinnata hat; dafür sprechen die Verhältnisse dieser Gebilde zur Placenta. Die Ränder des Ectodermkeimes liegen denen der Placenta sehr nahe an (vgl. Fig. 9 af. *Eck* u. *Pl'*), so dass sie fast die letzteren berühren. Da wir bei allen Salpenarten, bei denen wir den gleichartigen Ursprung des Ectodermkeimes und der Placenta ganz sicher nachweisen können (S. pinnata, S. punctata), dieselben Verhältnisse antreffen, so können wir auch hier annehmen, dass der Ectodermkeim sammt der Placenta aus einer und derselben Anlage, dem Epithelhügel, entstehen.

Die innere Zellenmasse (Fig. 9 af. *Mzm* u. *Mk*), welche dem Ectodermkeim dicht anliegt und hauptsächlich aus Gonoblasten besteht, lässt sich in zwei Theile sondern. Die eine umhüllt die primitive Darmhöhle (*Mk*), der andere (*Mzm*) stellt einen großen Zellenhaufen dar, welcher lappenförmig in die Höhle der Placenta und des Embryo vorragt. Die beiden Theile verwandeln sich später theils in Bindegewebe, theils in Muskeln, Ganglien etc. und geben dieselben Gebilde, welche bei Salpa pinnata aus dem Mesodermkeim entstehen. Desswegen will ich diese Zellenmasse als Mesodermkeim bezeichnen. Was seinen Ursprung anbetrifft, so kann man schon aus dem Vergleich mit den früheren Stadien und aus seiner gegenwärtigen Zusammensetzung schließen, dass derselbe aus den proliferirten Follikelzellen entsteht. Man erkennt noch jetzt den Zusammenhang des Mesodermkeimes mit dem Follikelüberrest resp. mit dem Placentadach daran, dass letzteres auf der rechten Seite des Präparates unmittelbar in den Mesodermkeim übergeht, auf der linken Seite aber mit der Mesodermzellenmasse (*Mzm*) verbunden ist.

Die primitive Darmhöhle (Fig. 9 af. *pdh*) zeigt im Vergleich zu dem vorhergehenden Stadium sehr wesentliche Veränderungen. Auf der unteren Seite derselben bemerkt man eine kleine Einstülpung ihrer Wand (Fig. 9 af. *k*), welche schräg von unten nach oben sich richtet. Aus den Querschnitten der folgenden Stadien (Fig. 11 af.) ersieht man, dass diese Einstülpung doppelt ist und von beiden Seiten der primitiven Darmhöhle ausgeht. Jede dieser Ausstülpungen stellt die Anlage der Kieme dar, die bei Salpa africana, so wie bei einigen anderen Salpenspecies (Salpa fusiformis) doppelt angelegt wird. Die Wand der primitiven Darmhöhle besteht nur aus einer Zellenschicht, welche von außen durch eine feine Contour von den Zellen des Mesodermkeimes abgegrenzt ist.

Der Placentartheil besteht aus zwei Theilen, welche wir schon früher als obere und untere Placenta (Fig. 9 af. *Pl'* u. *Pl*) bezeichnet

Digitized by Google

haben. Die erstere ist jetzt ziemlich schwach entwickelt; sie stellt einen ringförmigen Körper dar, welcher nach oben mit dem Mesodermkeim sich verbindet, nach unten in die untere Placenta übergeht. Die Wände des oberen Theiles der Placenta bestehen aus großen cylindrischen Zellen, welche allmählich in die Wände der unteren Abtheilung der Placenta übergehen und sich dabei verkleinern. Die Grenze zwischen den beiden Abtheilungen der Placenta bildet das Placentadach (Fig. 9 af. *Pld*), dessen Zusammenhang mit dem Mesodermkeim schon früher besprochen wurde. Die untere Abtheilung der Placenta ist von innen durch die Wände der Blutsinuse bekleidet.

Endlich muss ich eine Zellenmasse anführen, welche die innere Höhle des Embryonaltheiles und die obere Placenta umspinnt (Fig. 9 af. *Z*). Dieselbe besteht aus kleinen, stark abgeplatteten, nach allen Richtungen sich kreuzenden und eine Art von Zellennetz bildenden Zellen. Der Ursprung dieser Zellen, so wie ihre Bedeutung sind mir unbekannt geblieben.

Das folgende Stadium (Fig. 10 af.) weicht von dem eben betrachteten sehr wenig ab. Der Hauptunterschied besteht im Wachsthum der oberen Placentaabtheilung, welche eine etwas cylindrische Gestalt angenommen hat (Fig. 10 af. *Pl'*).

Der Bau des Embryonaltheiles ist fast unverändert geblieben, so dass wir nur die obere Placenta etwas näher betrachten wollen. Der Schnitt Fig. 10 af. ist durch den mittleren Theil der Placenta geführt und zeigt einige Details, welche wir an den übrigen Schnitten nicht gesehen haben. Die Höhle der oberen Placenta ist jetzt durch eine dünne Scheidewand von der Embryohöhle getrennt. Die Scheidewand besteht aus Zellen, tritt mit dem Mesodermkeim des Embryo in Verbindung und setzt sich in das Innere der Placenta fort. Obgleich es mir nicht gelungen ist, den Ursprung dieser Scheidewand zu verfolgen, so glaube ich doch, dass dieselbe durch die Fortsetzung und das Zusammenwachsen des Mesodermkeimes entstanden ist. Nach unten zu steht die Scheidewand (Fig. 10 af. *Ipz*) mit der Zellenmasse in Verbindung, welche das Placentadach von innen bekleidet. Dieselbe besteht aus ziemlich großen epithelartigen Zellen, welche einerseits mit dem Mesodermkeim verbunden sind, andererseits in die Blutknospe übergehen (Fig. 10 af. *Blk*). Die Blutknospe verhält sich zum Placentadach etwas anders, als wir es in früheren Stadien gesehen haben. Die Blutknospe stellt jetzt nicht eine Fortsetzung des Placentadaches dar, sondern erscheint in Form eines selbständigen Organes, das durch eine Öffnung des Placentadaches hindurchtritt. Sie steht nun mit den inneren Zellen

Digitized by Google

des Placentadaches in innigster Verbindung und stellt an Schnitten eine unmittelbare Fortsetzung der letzteren dar. Solche Verhältnisse der Blutknospe bilden meiner Meinung nach keine wesentliche Abweichung von dem typischen Verhalten dieses Organes bei den übrigen Salpenarten. Wenn wir uns erinnern, dass das Placentadach und die Blutknospe aus einer und derselben Quelle — aus dem Follikelepithel — entstehen, so müssen wir die Verhältnisse von Salpa africana nur als Modification des typischen Verhaltens der übrigen Salpenarten betrachten. Diese Modification kann auf die später auftretende Verbindung der Blutknospe mit den inneren Zellen der Placenta zurückgeführt werden; die Entstehung der Blutknospe, so wie das ursprüngliche Verhalten derselben zum Placentadach blieben bei Salpa africana dieselben, wie bei den übrigen Salpenarten.

In dem folgenden von mir untersuchten Stadium (Fig. 12 af.) tritt zum ersten Mal die Anlage des Ganglions auf. Es ist mir nicht gelungen die Übergangsstadien zwischen diesem und dem letztbetrachteten zu erhalten, wesshalb mir die allerersten Entwicklungsstadien dieses Organes entgangen sind. Man kann aber schon aus dem Verhalten der Ganglionanlage zum Mesodermkeim erschließen, dass das Ganglion von S. africana wie bei S. pinnata aus dem Mesodermkeim entsteht. Auf dem Schnitte erscheint dasselbe in Form einer kleinen einschichtigen Blase. Wahrscheinlich ist der Schnitt etwas schief durch die Nervenanlage gegangen und hat nur ihren hinteren Theil getroffen. Jedenfalls sieht man, dass die Anlage nur aus einer Zellenschicht besteht und im Zusammenhang mit dem Mesoderm steht.

Die primitive Darmhöhle ist auch nur seitlich durchschnitten und erscheint in Form einer vom Mesodermkeim umgebenen Blase, die viel kleiner ist, als wir sie in den früheren Stadien antrafen. Die Kiemenausstülpungen sieht man an diesem Schnitte nicht.

Im Übrigen zeichnet sich der Embryo in diesem Stadium durch ein stärkeres Wachsthum in die Länge und durch die Abtrennung des Embryonaltheiles von der Placenta aus. Der Ectodermkeim zeigt keine besonderen Veränderungen: er erhebt sich in der Mitte kammförmig und besteht in den übrigen Theilen aus nur einer Zellenschicht, wie man sich an dem citirten Schnitte überzeugen kann, wo ein Theil des Schnittes (links) durch den Kamm, der andere durch die Seitentheile geführt ist. Der Mesodermkeim weist in so fern wichtige Veränderungen auf, als seine Zellen an einigen Stellen aus einander gehen. Das ist der Anfang der allgemeinen Auflockerung des Mesodermgewebes, die sehr bald im ganzen Mesodermkeim zu beobachten ist.

Digitized by Google

Diese Veränderungen des Mesodermkeimes treten schon im Stadium Fig. 14 af. auf. Der ganze Mesodermkeim besteht aus Zellen von verschiedener Form, welche meist aus einander weichen. Die Form der Zellen weist auf ihre amöboide Bewegung hin. An einigen Stellen bleiben die Zellen des Mesodermkeimes noch im Zusammenhang. Der Embryo selbst ist bedeutend verlängert und noch mehr von der Placenta abgetrennt. Es ist bemerkenswerth, dass selbst in einem so weit fortgeschrittenen Stadium, wie das jetzt betrachtete, der ectodermale Vorsprung und selbst die Überreste der Blastomeren noch erhalten sind (Fig. 14 af. *Nvp*). Der Ectodermkeim zeigt im Vergleich zu dem vorhergehenden Stadium keine bemerkenswerthen Veränderungen. Das Ganglion ist bedeutend vergrößert (Fig. 14 af. *N*), von seiner Anlage abgetrennt und liegt der Darmhöhle mit seinem unteren Ende ganz dicht an. Die Darmanlage selbst erscheint nun von einer Zellenschicht umhüllt, die man als eine Abtheilung des Mesodermkeimes betrachten muss.

Die obere und untere Placenta sind in diesem Stadium so wenig verändert, dass wir uns bei diesem Gebilde nicht aufzuhalten brauchen.

Bevor wir zur Betrachtung des Längsschnittes des letzten Stadiums übergehen, das bereits die Anlagen aller Organe enthält, wollen wir zwei Querschnitte untersuchen, welche in mancher Beziehung für die Entwicklung einiger Organe (der Kieme und der Placenta) instructiv sind.

Wir haben schon früher gesehen, dass die Kieme in Form von Einstülpungen der primitiven Darmhöhlenwände entsteht. Aus dem Querschnitt (Fig. 11 af. *k*) ersieht man, dass diese Kiemenanlage doppelt ist und als symmetrische Säcke der Darmwand zum Vorschein kommt. Die beiden Säcke richten sich nach innen in die Höhle der Darmwand und sind mit ihren blinden Enden etwas nach unten gebogen. Sie bestehen aus demselben einschichtigen Epithel, welches die Darmhöhlenwände zusammensetzt. In einem folgenden Stadium (Fig. 13 af.) treffen wir schon die fertige Kieme an. Obgleich zwischen den beiden Stadien eine große Lücke vorhanden ist, so geben doch die Verhältnisse der Kieme zur Darmwand einige Anhaltspunkte für die Erklärung der Entstehungsweise der Kieme. Die Kieme stellt in diesem Stadium einen einzigen Sack dar, der in der Mitte der Darmhöhle verläuft und auf der einen Seite an der Wand derselben befestigt ist. Dieser Befestigungspunkt entspricht vollkommen seiner Lage nach der Einstülpungsöffnung des Kiemensackes und stellt nun den Überrest der verschlossenen Ränder derselben dar. Die Kieme selbst ist in ihrer Mitte etwas eingeschnürt und diese Einschnürung entspricht vollkommen der Stelle, an

Digitized by Google

welcher die beiden primitiven Kiemeneinstülpungen zusammentreffen. Aus dem Vergleich dieser beiden Stadien geht hervor, dass die Kieme durch die Vereinigung der beiden ursprünglichen Kiemeneinstülpungen entsteht, welche sich in der Mitte berühren, verwachsen und sich später von den Seitenwänden des primitiven Darmes trennen.

Es ist mir leider nicht gelungen die Übergänge zwischen den soeben betrachteten Stadien zu erhalten und somit mehr positive Beweise für die beschriebene Entstehungsweise der Kieme bei S. africana zu geben. In dieser Beziehung war ich bei einer anderen Species, der S. fusiformis, viel glücklicher. Die Entstehung der Kieme bei dieser letzten Salpenart geht ähnlich der bei S. africana vor sich und kann die Entstehung der Kieme bei dieser letzteren Species in vieler Beziehung erläutern.

Die Darmhöhlenwand ist bei Salpa africana aus einer einzigen Zellenschicht zusammengesetzt. Die Darmhöhle selbst enthält keine zelligen Elemente und bietet in dieser Beziehung einen bedeutenden Unterschied von derjenigen der S. pinnata dar, bei welcher sie während des größten Theiles der Entwicklungszeit mit Zellen erfüllt ist.

Der Querschnitt Fig. 11 af., der ungefähr dem Längsschnitt Fig. 12 af. entspricht, kann noch in einer anderen Beziehung zur Erläuterung des Längsschnittes dienen.

In Bezug auf den Ectodermkeim ersieht man am Querschnitte, dass die Verdickung desselben nicht seine ganze Oberfläche betrifft, sondern in Gestalt einer kammförmigen, in der Längsachse des Embryo verlaufenden Leiste vorhanden ist. In dem späteren Stadium (Fig. 13 af.) geht dieser Ectodermkamm vollständig verloren.

Die Entwicklung des Mesodermkeimes bei Salpa africana bietet einige nicht unbedeutende Abweichungen in Rücksicht auf S. pinnata dar. Wir sahen, dass schon im Stadium Fig. 12 af. die Mesodermzellen aus einander zu gehen beginnen. Wahrscheinlich ist dieser Process durch die Ausscheidung einer homogenen, sich nicht färbenden Zwischensubstanz bedingt. In den späteren Stadien setzt sich dieser Process mehr und mehr fort, bis endlich der ganze Mesodermkeim in einzelne Zellen zerfallen ist. Im Stadium Fig. 11 af. stehen schon die Zellen meist aus einander. Im späteren Stadium (Fig. 13 af.) bildet sich zwischen dem Ectoderm und der Darmwand eine geräumige Höhle, in welcher die Zellen des Mesodermkeimes zerstreut liegen. Wenn unsere Vermuthung über die Existenz der Zwischensubstanz im Mesodermkeim richtig ist, so muss diese Höhle von dieser homogenen Zwischensubstanz angefüllt sein. Die Mesodermzellen gruppiren sich im

Digitized by Google

Allgemeinen in zwei Schichten, welche den beiden Mesodermplatten der Wirbelthierembryonen sehr ähnlich gelagert sind. Eine dieser Schichten legt sich um den primitiven Darm und stellt also gewissermaßen ein Homologon der Splanchnopleura dar, die andere bekleidet die innere Oberfläche der Haut und kann als Homologon der Somatopleura betrachtet werden. Diese Homologie bezieht sich aber bloß auf die Lagerungsverhältnisse der beiden Blätter des Mesodermkeimes; die Organe, welche aus den beiden Blättern entstehen, weichen bedeutend von denen der Wirbelthierembryonen ab. Die Somatopleura giebt bei Salpa africana nur das Bindegewebe, in welchem später die Blutsinuse auftreten, aus der Splanchnopleura entwickeln sich die Muskeln des Körpers. Es verhalten sich also die beiden Blätter in Bezug auf ihre Derivate ganz anders, als wir es bei den Wirbelthieren und Würmern antreffen.

Wenn die beiden Blätter des Mesodermkeimes als Homologa der splanchnischen und somatischen Blätter des Mesoderms angenommen werden können, so repräsentirt die Höhle, welche sie begrenzen, von selbst das Homologon der Leibeshöhle (Fig. 13 af. *Lh*). Das Auftreten der Leibeshöhle bei S. africana bietet anscheinend eine ziemlich wichtige Abweichung von der S. pinnata, bei welcher wir keine solche Höhle nachweisen können. Diese Abweichung ist aber nur eine scheinbare und hängt davon ab, dass 1) der Mesodermkeim von Salpa africana viel ärmer an Zellen ist als bei S. pinnata, und 2) dass bei S. africana sich keine Wucherung der Follikelwand, wenigstens in keinem so großen Maßstabe wie bei S. pinnata, vorfindet. Embryonen von S. pinnata besitzen ebenfalls eine Leibeshöhle, die aber schon sehr früh von Zellen des Mesodermkeimes angefüllt wird.

Fig. 15 af. repräsentirt einen Längsschnitt des Embryo, bei welchem bereits alle Organe angelegt sind. Mit der Betrachtung dieses Stadiums können wir unsere Beschreibung der Embryologie von S. africana beschließen. Der Embryo ist noch von der Faltenhülle bedeckt und der Kamm der Faltenhülle ist noch vollständig erhalten. Das Stadium ist also etwas jünger als das, welches durch Fig. IV af. dargestellt wird. Der Embryo ist in die Länge gewachsen und lässt schon ganz deutlich ein vorderes und hinteres Ende erkennen, obgleich die Eintritts- und Austrittsöffnungen noch nicht gebildet sind. Im vorderen Theil des Embryo liegt das Ganglion (*N*), welches eine birnförmige Blase darstellt und mit seinem vorderen Ende in die Darmhöhle sich öffnet (Fig. 15 af. *Ndv*). Bei S. africana kann man die Verbindung der Nervenhöhle mit der Darmhöhle mit derselben Bestimmtheit nachweisen, wie bei S. pinnata

Digitized by Google

und S. democratica. Diese Verbindung tritt aber hier viel später hervor, als es bei S. pinnata der Fall ist, was mit der späten Entwicklung des Ganglions überhaupt im Zusammenhange steht.

Die Darmhöhle selbst stellt nun einen geräumigen Sack dar, dessen untere Wand, wie bei den übrigen Salpenarten, dünner als die obere ist. Nach hinten zu bildet die Darmhöhle ein Diverticulum, das die Anlage des Darmcanales repräsentirt. Die Pericardialhöhle ist bereits gebildet und stellt einen einfachen unter der Darmanlage liegenden Sack dar, in welchem die Anlage des Herzens noch nicht aufgetreten ist. Das Mesoderm besteht aus dem früher schon beschriebenen lockeren Gewebe, zeigt aber noch nicht die Anlagen der Muskelreifen.

Zum Schlusse müssten wir die Veränderungen der Placenta besprechen. Dieselbe ist aber in so meisterhafter Weise von Barrois behandelt, dass mir wenig zu den Angaben des französischen Forschers hinzuzufügen bleibt. Die Veränderungen der Placenta in diesen Stadien bestehen im Verschwinden ihrer oberen Abtheilung, deren Höhle mit derjenigen der unteren Abtheilung zusammenfließt. Dabei verwandeln sich die inneren Zellen der oberen Placenta in eine protoplasmatische Masse, in welcher nur die Kerne auf ihre ursprünglich zellige Natur hinweisen. Diese Masse wächst dann nach unten zu und verbindet sich mit dem Placentadach, welches vollkommen ähnliche Veränderungen erleidet. In Folge dessen nimmt die Stelle des ursprünglichen Placentadaches nun (Fig. 13 af.) die Scheidewand der oberen Placenta ein. Dieselbe setzt sich nach unten in die protoplasmatische Masse fort, welche die ganze Höhle der Placenta anfüllt. Die Wände der Placenta lassen sich noch in der oberen und unteren Abtheilung nach der Größe der Zellen von einander unterscheiden. Die Zellen des oberen Theiles sind groß; die des unteren sind viel kleiner und gehen unmittelbar in die Zellen der Faltenhülle über. Die Form dieser beiden Theile ist auch verschieden. Der obere Theil behält seine cylindrische Gestalt, der untere ist glockenförmig und von dem oberen ziemlich scharf abgetrennt. Barrois bezeichnet die beiden Theile der Placenta als fötale (obere) und mütterliche (untere) Placenta. Die späteren Veränderungen der Placenta können diese Bezeichnungen vollkommen rechtfertigen. Beim Ausschlüpfen des Embryo trennt sich mit demselben nur der obere Theil der Placenta ab, der untere bleibt noch lange im Mutterleibe und bezeichnet die Stelle, wo der Embryo früher lag.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Taf. 6—9. Verschiedene Entwicklungsstadien in toto dargestellt, und zwar
Taf. 6. von Salpa pinnata und S. africana.
Taf. 7. von Salpa punctata.
Taf. 8. von Salpa fusiformis.
Taf. 9. von Salpa bicaudata.
Taf. 10—15. Salpa pinnata.

Tafel 7—15.

Fig. 1 pin. Das Ei von Salpa pinnata. *Fe* = Follikelepithel, *Est* = Eistiel, *Ez* = Eizelle, *Kb* = Keimbläschen. Zeiss Syst. F Ocul. 3.

Fig. 2 pin. Das Ei zur Zeit des Vorrückens des Keimbläschens. Die Buchstaben wie in Fig. 1. Zeiss Syst. F Ocul. 3.

Fig. 3 pin. Das Ei von Salpa pinnata nach der Bildung des ersten Richtungsbläschens. *Rb* = Richtungsbläschen, *Vfe* = Verdickung des Follikelepithels, *Ek* = Eikern, *Eph* = Epithelhügel, *Od* = Oviduct, *Ez* u. *Est* wie in Fig. 1 u. 2. Zeiss Syst. F Ocul. 3, etwas vergrößert.

Fig. 4 pin. Das Ei zur Zeit der Bildung des zweiten Richtungsbläschens. Der Eikern hat seine scharfe Grenze verloren. Die Buchstaben wie in Fig. 3 pin. Zeiss D.

Fig. 5 pin. Das Ei beim Beginn der Verkürzung des Eistiels und bei der Bildung der beiden Richtungsbläschen (*Rb'* u. *Rb''*). Die übrigen Buchstaben wie in den vorigen Figuren (Zeiss D).

Fig. 6 pin. Der Eistiel ist vollkommen verschwunden. Im Oviducte bemerkt man Spermatozoiden (*Sp*). *Fk* = Furchungskern. Die übrigen Buchstaben wie in vorigen Figuren.

Fig. 7 pin. Ein Längsschnitt durch das Ei im Stadium Fig. 6. Die Bezeichnung wie dort. *Go* = Genitalöffnung. Schiek Syst. 7.

Fig. 8 pin. Follikel mit dem Ei im Stadium Fig. 6. *Flz* = die verdickten Zellen des Follikelepithels. *Pf* = Proliferirende Zellen des Follikels. Zeiss Syst. F.

Fig. 9 pin. Längsschnitt durch das Ei im Stadium Fig. 10. Beginn der Bildung der Gonoblasten und der Placenta. *Bm* u. *Bm'* = Blastomeren, *Flz* = Gonoblasten, *Pl* = Placentartheil des Epithelhügels, *Eck* = Ectodermkeim, *Fh* = primitive Follicularhöhle. Zeiss F.

Fig. 10 pin. Das Ei in toto im Stadium Fig. 9 pin. *Gb* = Gonoblasten. *Fsp* = Spitze des Follikels. Die Pfeile bezeichnen die Richtung des Schnittes Fig. 11. Zeiss D.

Fig. 11 pin. Ein Horizontalschnitt durch das Stadium Fig. 10. Zeiss D.

Fig. 12 pin. Längsschnitt durch das Ei bei der Bildung der Faltenhülle *Flh*.

Digitized by Google

Fig. 13 pin. Längsschnitt durch das Ei in einem etwas weiter als in Fig. 12 entwickelten Stadium. Die Pfeile bezeichnen die Richtung des Schnittes Fig. 14.

Fig. 14 pin. Ein Horizontalschnitt durch das Ei im Stadium Fig. 13.

Fig. 15 pin. Längsschnitt durch das Ei, bei welchem die Placenta von der Faltenhülle überwachsen ist. *Pcrw* = Randwulst der Placenta, *Flw* = Follikelwand, *Flh* = Follicularhöhle, *Flhh* = Höhle der Faltenhülle, *Mbs* = medianer Blutsinus. Zeiss Syst. F.

Fig. 16 pin. Längsschnitt durch den Embryo, bei welchem schon mehr als $^2/_3$ von der Faltenhülle überwachsen sind. Zeiss Syst. F.

Fig. 17 pin. u. 18 pin. Längs- und Querschnitt durch ein etwas späteres Stadium als in Fig. 16 pin. *Blk* = blutbildende Knospe, *Pgw* = Placentargewölbe, *pFh* = primäre Follicularhöhle. Die Pfeile (Fig. 18) bezeichnen die Richtung des Horizontalschnittes Fig. 21 pin. Zeiss Syst. F.

Fig. 19 pin. u. 20 pin. Zwei Querschnitte aus dem Embryo zur Zeit der Schließung der Ränder der Faltenhülle. *Vcl* = Canal, der durch die geschlossenen Ränder gebildet ist. Fig. 19 pin. A. Eine isolirte Blastomere. Zeiss F.

Fig. 21 pin. Horizontalschnitt durch den Embryo aus dem Stadium Fig. 18. *D* u. *D'* die beiden Anlagen des primitiven Darmes. Zeiss D; Fig. 21 pin. A. Horizontalschnitt durch die Placenta. Zeiss A. *Plw* = Wand der Placenta, *Bk* = blutbildende Knospe.

Fig. 22 pin. Horizontalschnitt durch ein etwas älteres Stadium als in Fig. 21. *N* = Nervenanlage, *Pc* = Pericardialanlage. Der Schnitt ist etwas schief geführt.

Fig. 23 pin. Horizontalschnitt aus dem Embryo zur Zeit der Verbindung der beiden primitiven Darmanlagen. *Dh* = die Stelle der späteren primitiven Darmhöhle, *Nbl* = Neuroblastomeren, *Nm* = medianer Theil der Nervenanlage, *sFh* = secundäre Follicularhöhle, *Ns* = Seitentheile der Nervenanlage, *Ddk* = Deckschicht der Darmanlage, *Dm* = mittlerer Theil der Darmanlage, *Dbm* = Darmblastomeren, *Dhf* = die Fortsätze der Darmanlage.

Fig. 24 pin. Der centrale Theil des Horizontalschnittes eines Embryo, bei welchem die Darmanlagen die Höhle bekommen haben.

Fig. 25 pin. Horizontalschnitt des Embryo, bei welchem die secundäre Follicularhöhle schon gebildet ist (*sFh*). Die Pfeile 26, 27 und 28 bezeichnen die Richtung, in welcher die an den genannten Figuren abgebildeten Schnitte geführt sind.

Fig. 26 pin. stellt den Längsschnitt eines Embryo, bei welchem die secundäre Follicularhöhle eben gebildet ist, dar. *Pcv* = die Verbindung der Pericardialanlage mit der oberen Wand der Placenta.

Fig. 27 pin. Drei Längsschnitte aus dem Stadium Fig. 25. *Pcvp* = Pericardialvorsprung, *Nr* = Nervenrinne.

Fig. 28 pin. A, B, C, D, E. Eine Reihe von Querschnitten aus dem Embryo des Stadiums Fig. 25. *Rwp* = Randwulst der Placenta, *Nvp* = Nervenvorsprung.

Fig. 29 pin. u. 30 pin. Zwei Querschnitte vom Embryo zur Zeit der Wucherung der Follikelwand. *Fwz* = die entblößten Follikelzellen, *Fwgr* = innere Grenze der Follikelwand, *Lr* = Longitudinalrinne.

Fig. 31 pin. A, B, C, D. Horizontalschnitt durch den Embryo Fig. 29/30. *Fwz* u.

Digitized by Google

Msk = Follikelwandzellen, welche den Mesodermkeim (*Msk*) bilden, *Nvp* = Nervenvorsprung, *Nc* = Nervencanal, *Sph* subpericardialer Zellenhaufen, *Pc* = Pericardiumanlage, *Pcbm* = Pericardialblastomeren, *Bkz* = innere Bekleidungszellen der primitiven Darmanlage.

Fig. 32 pin. u. 32 pin. A u. B. Längsschnitt durch den Embryo, bei welchem alle Follikelzellen in amöboide Mesodermkeimzellen verwandelt sind, Zeiss A. Fig. 32 pin. A der vordere Theil des Längsschnittes, wo die Verbindung der Darmhöhle mit der Nervenhöhle sichtbar ist. *Vbo* = Verbindungsöffnung zwischen beiden Höhlen. 32 pin. B dient zur Erläuterung der Stelle, wo das Follikelepithel in die Darmhöhle zur Bildung der Bekleidungszellen hineindringt. *Dst* = eindringender Strang der Follikelzellen.

Fig. 33 pin. u. 33 pin. A zwei Horizontalschnitte aus dem Embryo des Stadiums Fig. 32.

Fig. 34 pin. Pericardialanlage. *Pcp* = periphere Zellenmasse der Pericardialanlage, *Pcd* u. *Nrd* = die beiden Rinnen der Darmwand, welche die Anlagen des Pericardiums und des Nervenrohres aufnehmen, K = Kieme.

Fig. 35 pin. Ein Theil des Horizontalschnittes des Embryo, bei welchem die Pericardialhöhle (*Pch*) schon gebildet ist; *Nr* = Nervenrinne. Zeiss C.

Fig. 36 pin. Horizontalschnitt durch das Pericardium zur Zeit der Bildung des Herzens (*Hz*); *Btz* = die in die Herzanlage eindringenden Zellen der Darmhöhlenwand. Zeiss C.

Fig. 37 pin. u. 37 pin. A. Zwei Längsschnitte des Embryo, bei welchem das Herz gebildet ist und die Hälften der primitiven Darmanlage verwachsen sind. *Cle* = Cloacalvorsprung der Darmhöhle, *Flgr* = Anlage der Flimmergrube, *El* = Elaeoblast. Zeiss C.

Fig. 38 pin. Querschnitt durch den sich bildenden Elaeoblast und die Anlage des Darmkanals (*Dk*). Zeiss C. Fig. 38 pin. A. Verschiedene Formen der Elaeoblastzellen.

Fig. 39 pin. A, B, C. Längsschnitte vom Embryo aus einem etwas jüngeren Stadium als Fig. 38. *Mksch* = Muskelschicht, *Cll* = Cellulosenschicht.

Fig. 40 pin. Horizontalschnitt aus dem Embryo, Stadium Fig. 38. *Nh* = Höhle des Ganglion, *Mrf* = Anlage der Muskelreifen.

Fig. 41 pin. u. 42 pin. A. Horizontalschnitt aus einem Embryo, bei welchem die Kieme eben gebildet ist.

Fig. 43 pin. Längsschnitt durch das Nervenganglion in Verbindung mit der Flimmergrube. *Nh* = Höhle des Ganglion, *Ncn* = Verbindungscanal zwischen der Nervenhöhle und der Flimmergrube, *Dw* = Athemhöhlenwand.

Fig. 44 pin. Längsschnitt durch das Ganglion und die Flimmergrube zur Zeit des Verschwindens der Nervenhöhle und der Bildung der Augen (*Au*). *Chorg* = pigmentirte Zellen der Augenanlagen, *Ht* = Ectoderm, *Pcts* = Punktsubstanz, *Nv* = vorderer Nerv, *Nht* = hinterer Nerv, *Blsn* = Blutsinus, *Aubr* = Augenbrücke, *Bds* = Bindesubstanz (Überreste der Mesodermkeimzellen), *Ew* = Athemhöhlenwand.

Digitized by Google

Tafel 6, 16 und 17. Salpa africana.

Tafel 6.

Fig. I af. Das Ei von Salpa africana mit verkürztem Oviduct. *Ephg* = Epithelhügel, *pfhl* = primitive Follicularhöhle, *Flw* = Follikelwand, *Emhf* = embryonale Zellenhaufen (Zeiss A Oc. 3).

Fig. II af. Der Embryo zur Zeit der Umwachsung durch die Faltenhülle. *Em* = Embryonaltheil, *Fh* = Faltenhülle, *Pl* = Placenta, *Ph* = Höhle der Placenta, *Bkn* = Blutknospe. Fig. II A af. Derselbe Embryo von oben betrachtet (Zeiss A).

Fig. III af. Der Embryo nach der Umwachsung durch die Faltenhülle. *Fh* = Faltenhülle, *Pdmh* = primitive Darmhöhle. *Ph'* = obere Placentarhöhle, *Ph* = untere Placentarhöhle, *Pl* = untere Placenta, *Bkn* = Blutknospe (Zeiss A Oc. 3).

Fig. IV af. Der Embryo zur Zeit des Zurücktretens der Faltenhülle. *N* = Nervensystem, *Pc* = Pericardium, *El* = Elaeoblast. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. III af. (Zeiss C Oc. 3).

Fig. V af. Der Embryo nach dem Zurücktreten der Faltenhülle. *Mr* = Muskelreifen, *K* = Kieme, *Dk* = Darmcanal, *Pch* u. *Hz* = Pericardialhöhle mit dem Herzen, *Fmgr* = Flimmergrube, *Eto* = Eintrittsöffnung, *Ato* = Austrittsöffnung, *Ath* = Athemhöhle. Die übrigen Buchstaben in Fig. III af. u. IV af.

Tafel 16 und 17.

Fig. 1 af. Das Ei mit dem verkürzten Oviducte. *Ez* = Eizelle, *Fe* = Follikel, *Est* = Eistiel, *Od* = Oviduct, *Fcf* = Follicularfortsatz, *Bs'*, *Bs''*, *Bs'''* = die Zweige des das Ei umspülenden Blutsinus *Bs* (Zeiss A Oc. 3).

Fig. 2 af. Längsschnitt durch das Ei zur Zeit der Zweitheilung. *Bm* = Blastomer, in welchem man die Theilung des Kernes beobachtet, *Sp* = Spermatozoidenköpfe, *Fe* = Follikelepithel, *Ephg* = Epithelhügel, *Few* = die Stelle des Follikelepithels, wo die Proliferation der Follikelzellen begonnen hat, *Pz* = Polzelle, *Fef* = Follicularfortsatz, *Bs* = Blutsinus, *Fh* = Follicularhöhle (Zeiss F Oc. 3).

Fig. 3 af. Ein Längsschnitt durch ein weiter fortgeschrittenes Furchungsstadium, als das in Fig. 2 af. *Gb* = Gonoblasten. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 2 af. (Zeiss D Oc. 3).

Fig. 4 af. u. 5 af. Zwei Eier, in denen die Proliferation der Gonoblasten und die Umwachsung der Blastomeren schon viel weiter als in der vorhergehenden Figur fortgeschritten ist. In Fig. 4 bezeichnet * die Stelle, wo die Proliferation der unteren Follikelwand beginnt, *Bk* = Blutkörperchen. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 2 u. 3 af. (Fig. 4, Zeiss D, Fig. 5 Zeiss F Oc. 3).

Fig. 6 af. Längsschnitt durch den Embryo im Beginn der Bildung der Faltenhülle. *Flh* = Falten des Epithelhügels, *Pl* = Placenta, *Fw* = Follikelwand, *Eck* = Ectodermkeim, *Bm* = Blastomeren, *Gb* = Gonoblasten, *Fh* = Follikelhöhle, *Em* = Embryonaltheil, * = das Blastomer, in welchem die verdickten und zerfallenen Theile von dem kernhaltigen Theile leicht zu unterscheiden sind, *Pld* = Placentadach, *Bs* = Blutsinus, *Blk* = Blutknospe, *Bsw* = die Wand des Blutsinus, *Bsc* = medianer Blutsinus der Placenta (Zeiss F Oc. 3).

Digitized by Google

Fig. 7 af. Längsschnitt durch den Embryo vom Stadium II af. *Fth* = Faltenhülle, *Pdh* = primitive Darmhöhle. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 6 af. (Zeiss F Oc. 3).

Fig. 8 af. Längsschnitt durch den Embryo nach der Umwachsung durch die Faltenhülle, *Bm* u. *Bm'* = die Überreste der Blastomeren, *Mk* = Mesodermkeim, *Nrvp* = Ectodermvorsprung, *Dw* = Darmwand, *Mzm* Mesodermzellenmasse. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 6 af. (Zeiss F Oc. 3).

Fig. 9 af. u. 10 af. Zwei Längsschnitte aus dem Stadium Fig. III af. und dem ihm nahestehenden Stadium. *Evp* = Ectodermvorsprung, *Eck* = Ectodermkeim, *K* = Kieme, *Pld* = Placentadach, *Pdw* = primitive Darmwand, *Uph* = Höhle der unteren Placenta, *Ipc* = Scheidewand der oberen Placenta. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 6 af. (Zeiss C Oc. 3).

Fig. 11 af. Querschnitt durch das Stadium, in welchem die Bildung der Kieme beginnt. *Zntz* = Zellennetz, *Ka* = Anlage der Kieme. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 6 af. und 9 af. (Zeiss D Oc. 3).

Fig. 12 af. Längsschnitt durch den Embryo zur Zeit der Bildung des Nervenganglions. *Lh* = Leibeshöhle, *N* = Anlage des Ganglions, *Plz* = Placentazellen. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 6 af. u. 9 af. (Zeiss C Oc. 3).

Fig. 13 af. Querschnitt durch den Embryo, bei welchem die Kieme (*K*) schon gebildet ist. *M* = parietale Mesodermzellen, *Mk* = visceraler Mesodermkeim. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 6 af. u. 9 af. (Zeiss C Oc. 3, verkleinert).

Fig. 14 af. Längsschnitt durch den Embryo, bei welchem das Nervenganglion etwas gebildet ist. *Cl* = Cloakalabtheilung der Darmhöhle. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 6 af. u. 9 af. (Zeiss C, etwas verkleinert).

Fig. 15 af. Längsschnitt durch den Embryo mit den schon gebildeten Organanlagen. *Ndv* = Verbindung zwischen der Nerven- und der Darmhöhle, *Ms* = Mesoderm, *Dk* = Anlage des Darmcanals, *Pc* = Pericardialhöhle. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 6 af. u. 9 af. (Zeiss A Oc. 3).

Berichtigungen.

p. 102 Zeile 6 von unten statt *Plw* lies *Pl*.
p. 102 - 2 - - - 17,17 - 16,16.
p. 113 - 5 - oben - 18 - 17.
p. 113 - 6 - - - 19 - 17.
p. 113 - 10 - - - 19 pin. *Ph* lies 17 pin. *Fh*.
p. 114 - 3, 11 und 12 von oben statt 21 pin. A lies 21 pin.
p. 118 - 4 und 11 - - - 24 - 23.
p. 132 - 6 - unten - 42 - 32.
p. 136 - 13 - oben - *Pph* - *Sph*.

Digitized by Google

Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers.

Von

Anton Dohrn.

Mit Tafel 18.

III. Die Entstehung und Bedeutung der Hypophysis bei Petromyzon Planeri.

Die Auffassung der Cyclostomen als degenerirter Fische, welche ich im »Ursprung der Wirbelthiere etc.« darzulegen suchte, hat Seitens desjenigen Forschers, der sich am eingehendsten mit den phylogenetischen Fragen der Wirbelthiere beschäftigt hat, Seitens meines verstorbenen Freundes BALFOUR nur partielle Billigung erfahren[1]. Partiell in so fern, als BALFOUR zwar die Degeneration zugiebt, aber die Abstammung der Cyclostomen »von relativ hoch organisirten Fischtypen« leugnet. Es ist freilich schwer zu definiren, was »relativ hoch organisirte Fische« seien. Die vorhandenen Fisch-Typen halte ich alle für hoch organisirt; sie stellen die zur Herrschaft gelangten Nachkommen einer Gruppe von Wirbelthieren dar, die in der Vorzeit sicherlich noch zahlreiche andere verwandte Gruppen besaßen, die wohl auch als hoch organisirt gelten durften: welche Structur-Verschiedenheiten bei den Ganoiden des Silur bestanden haben mögen, ist schon nicht mehr zu ermessen, und um so weniger lässt sich ein bestimmtes Urtheil über die vor-silurischen Fische fällen. Wenn wir aber sehen, wie innerhalb der Zeitperioden, deren Reste die Palaeontologie aufweist, große Gruppen auftreten und ohne lebende Überbleibsel zu hinterlassen, wieder zu Grunde gehen, wenn wir ferner zu der Annahme gewungen sind, dass z. B. die heut lebenden Amphibien nur dürftige Überreste einer einstens viel mannigfaltiger gestalteten

[1] BALFOUR, Comp. Embryology II. pag. 68 ff.

Digitized by Google

Gruppe bilden, so werden wir schwerlich fehlgehen, wenn wir vor dem Silur eine reiche Formentfaltung von Thieren annehmen, welche wir sicherlich Wirbelthiere, wahrscheinlich Fische nennen würden, deren Organisationshöhe schwerlich allzuweit, wenn überhaupt hinter derjenigen der Selachier, Ganoiden und Teleostier zurückstehen dürfte, unter denen wir vielleicht auch die Stammform der Petromyzonten erblicken würden, deren Nachkommen, eben die heutigen Petromyzonten, in mehr als einer Beziehung unter die Organisationshöhe dieser ihrer Stammeltern zurückgewichen sind.

Immerhin bliebe das eine recht unsichere Definition der Abstammung der Petromyzon und Genossen, und eine Controverse darüber ein sehr schwankendes Ding. Der Differenzpunkt zwischen BALFOUR's Auffassung und der meinigen ist aber glücklicherweise in der Comp. Embryology viel schärfer ausgesprochen worden. Es heißt dort pag. 68 ff.:

»*It appears to me almost certain, that they belong to a group of fishes in which a true skeleton of branchial bars had not become developed, the branchial skeleton they possess being simply an extra-branchial system; while I see no reason to suppose that a true branchial skeleton has disappeared. If the primitive Cyclostomata had not true branchial bars they could not have had jaws, because jaws are essentially developed from the mandibular branchial bars. These considerations which are supported by numerous other features of their anatomy, such as the character of the axial skeleton, the straightness of the intestinal tube the presence of a subintestinal vein etc., all tend to prove, that these fishes of a primitive and praegnathostomatous group. The few surviving members of the group have probably owed their preservation to their parasitic or semiparasitic habits while the group as a whole probably disappeared on the appearance of gnathostomatous Vertebrata.*«

Durch diese und einige andere Stellen, wie z. B. besonders durch die l. c. pag. 264 befindliche:

»*All these considerations point to the conclusion that in the ancestral Chordata the mouth had a more or less definitely suctorial character and was placed on the ventral surface immediately behind the praeoral lobe; and that this mouth has become in the higher types gradually modified for biting purposes, and has been carried to the front end of the head.*«

wird ein sehr bestimmter Gegensatz zwischen BALFOUR's und meiner Auffassung ausgedrückt. Die Kiemenknorpel der Neunaugen halte ich keineswegs für identisch mit den sogenannten äußeren Kiemenbögen

Digitized by Google

der Selachier. Diese Meinung ist zwar schon von RATHKE ausführlich begründet worden, nachher von CUVIER und besonders von GEGENBAUR acceptirt und von letzterem sogar als ein mehr oder weniger feststehendes Factum in seinen »Grundzügen etc.« angesehen worden. Es ist aber unschwer, den Beweis zu führen, dass die Kategorie der »äußeren Kiemenbögen« überhaupt keine Existenzberechtigung hat, und dass die damit bezeichneten beiden Knorpel der Selachier nicht entfernt in Beziehungen mit den Kiemenknorpeln der Petromyzonten zu bringen sind[1]. Darum beharre ich auch auf der Meinung, dass die Vorfahren der Cyclostomen eben so wie alle andern Fische Kieferknorpel besaßen, die ihre heute lebenden Nachkommen aber eingebüßt haben, und halte das Saugmaul der Cyclostomen für eine später erworbene Bildung, welche mit den Saugnäpfen einerseits des Lepidosteus, andrerseits der Amphibien keinerlei Homologie hat, wie ich denn vor allen Dingen im Gegensatz zu BALFOUR den gegenwärtigen Mund der Vertebraten, welcher Gruppe sie auch angehören mögen, für ursprünglich aus zwei oder mehr Kiemenspalten gebildet betrachte und seine beißende Function für ursprünglicher als die saugende ansehe.

Was BALFOUR unter »relatively highly organized« Fischtypen versteht, ist aus diesem von ihm angenommenen Gegensatz der Cyclostomen und der übrigen Fische abzuleiten, und ich bin der Mühe überhoben, meinerseits eine genaue Definition zu geben, wie ich mir die Fisch-Vorfahren der Petromyzonten im Einzelnen vorstelle. Einer solchen Definition weiche ich keineswegs als unmöglich oder zu schwierig aus; im Gegentheil, ich habe sehr bestimmte Vorstellung davon: aber ihre Darlegung gehört nicht an diese Stelle meiner »Studien etc.« vielmehr an das Ende derselben, wenn alle einzelnen Organsysteme durchgesprochen sein werden.

Die Untersuchung der Embryologie von Petromyzon ward für mich aber unerlässlich nicht nur wegen dieser allgemeinen phylogenetischen Speculationen, sondern ganz besonders wegen zweier Angaben der früheren Untersucher BALFOUR[2] und SCOTT[3]. Beide erwähnen die außerordentlich bedeutende Entwicklung der ectodermalen Mundbucht (Stomodaeum), verwerthen sie als Argument gegen meine Auffassung der Herkunft des Mundes durch medianen Durchbruch von Kiemenspalten und SCOTT für sich bringt die auffallende Angabe, dass die Hypophysis

[1] Eingehende Auseinandersetzungen wird eine der nächsten »Studien« bringen.

[2] l. c. pag. 77.

[3] Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten. Morph Jahrb. VII pag. 158.

Digitized by Google

nicht als Anhang der Mundbucht, vielmehr als eine mit der Nasengrube gemeinsam geschehende Einstülpung des Ectoderms aufträte, — eine Angabe, welche BALFOUR mit den Worten begleitet: »I have not myself completely followed the development of the pituitary body in Petromyzon, but I have observed a slight diverticulum of the stomodaeum, which I believe gives origin to it. Further details are in any case required before we can admit so great a divergence from the normal development as is indicated by SCOTT's statements.« Bei der Deutung, die ich in der zweiten dieser »Studien etc.« der Hypophysis gegeben habe, war es also von Wichtigkeit, den Thatbestand bei Petromyzon zu untersuchen.

Ich habe nun zuvörderst anzuerkennen, dass in der That das Stomodaeum eine ganz außerordentliche Entwicklung bei Petromyzon-Embryonen nimmt, — eine so große, dass sie mich sehr schwankend gemacht hat, ob nicht bei den Teleostiern gleichfalls ein auffallend tiefes und so zu sagen latent geschehendes Einwachsen des Ectoderm stattfindet, eine Annahme, gegen die ich mich in den vorhergehenden Studien mit allem Nachdruck erklären zu müssen glaubte. Die Resultate bereits geschehener erneuter Prüfung dieser Verhältnisse bei den Teleostiern, Selachiern und bei verschiedenen Amphibien, bei denen die Mundhöhle scheinbar ohne jede Spur einer Betheiligung des Ectoderms sich bildet, eben sowohl, wie die Darstellung des Entstehens und Verhaltens der Mundbucht bei Petromyzon sollen einer der nächsten »Studien« vorbehalten bleiben, hier dagegen die Ergebnisse meiner Untersuchung über die Entstehung der Hypophysis gegeben werden.

Wenn das Chorion gesprengt wird und der Embryo ins Freie gelangt, so zeigt er die Gestalt einer Kugel, deren einer Seite ein kleiner gebogener Auswuchs anhaftet. Dieser Auswuchs ist das Kopfende des Embryo. Dasselbe wächst auf Kosten der Kugel, so dass nach 2—3 Tagen der ganze Körper einer Retorte gleicht, deren schmales, ausgezogenes Ende der Vorderleib bildet. Die Längsachse stellt dann eine halbkreisförmig gekrümmte Linie dar, deren Anfangspunkt ungefähr gerade an der Stelle der späteren Mund-Einstülpung zu suchen ist, von da etwa in der Linie der Chorda weiter geht, durch den Mittelpunkt des Dotters gegen den späteren After gerichtet.

Der Vorderleib zeigt um diese Periode, — also 3 Tage nach dem Ausschlüpfen, auf Sagittalschnitten ein einschichtiges Ectoderm, ein Medullarrohr mit kolbenförmig angeschwollener Spitze, dem Gehirn, darunter die aus sehr nahe auf einander gepressten Zellen bestehende Chorda, welche beinah das Ectoderm mit ihrer Spitze berührt, den

Digitized by Google

einschichtigen Darm, mit bereits angelegten 2—3 Kiemen-Ausstülpungen, die Urwirbel und die zu Kopfhöhlen angelegten Seitenplatten. Alle Zellen sind reichlich mit Dotterkörnern erfüllt, welche es schwer machen, den Kern und die Zellgrenzen wahrzunehmen.

Die Contour von der Spitze des Vorderhirns vor der später anzulegenden Nasengrube bis hinter die spätere Schilddrüse würde eine horizontale Linie ausmachen, wäre sie nicht durch eine doppelte Vorwölbung wellenförmig geworden (Taf. 18 Fig. 1 und 2). Diese beiden Vorwölbungen sind hervorgebracht durch die Verdickung des Ectoderms an der späteren Nasengrube, und durch die Wucherung des Mesoderms in der Umgebung der späteren Mundbucht. Die verdickten Mesodermpartien stellen die vordersten Kopfhöhlen (head cavities, Balfour) dar, aus ihnen werden vorzüglich die Muskeln des Mundes, der Oberlippe, der Unterlippe, der Lippententakel und die Muskulatur des großen Mundsegels.

Eine vom Ectoderm ausgehende, nach innen gerichtete Zellwucherung trennt diese Mesodermmasse in der Mittellinie in zwei seitliche Massen (Fig. 2 *Mdb*). Diese Wucherung geschieht durch Verlängerung der Ectodermzellen und erhöhte Aufnahme von Dotterkörnern; die Zellen scheinen sich auch zu vermehren, da sie schmäler erscheinen, als die andern Ectodermzellen. Die Gesammtwucherung bildet eine nach innen gerichtete Vorwölbung des Ectoderms, welches nun die abgerundete Entodermwandung erreicht. Die Zellen dieser Entodermwucherung sind concentrisch auf ein allmählich sich bildendes Lumen gerichtet, welches von vorn herein nicht rund sondern etwas quer gerichtet ist.

Gleichzeitig mit dieser Ectodermwucherung, welche sich gegen das Entoderm wendet, entsteht eine andere, davor, welche sich gegen die Wandung des Gehirns richtet. Auch bei ihr convergiren die sich verlängernden Zellen gegen ein gemeinsames Centrum, welches gleichzeitig mit der Lumenbildung der ersten Ectodermverdickung ebenfalls ein Lumen bildet. Das Lumen freilich ist nicht wesentlich größer in querer Richtung als in Längsrichtung, aber die Zellwucherung hat eine größere Ausdehnung in querer als in Längsrichtung.

Erstere wird zur Mundhöhle, letztere zur Nasenhöhle. Die Achse beider Höhlen richtet sich aber allmählich rechtwinklig auf einander: die der Mundbucht geht nach unten und hinten in gebogener Linie, die der Nase geht nach oben (Fig. 3 *N. Mdb*).

Zwischen beiden Verdickungen und Einstülpungen befindet sich eine neutrale Zone von Ectodermzellen.

Diese Zone von Ectodermzellen erleidet eine Einbuchtung von an-

Digitized by Google

fänglich ganz unscheinbarer Natur in der Nähe des späteren Augenblasenstieles, also dicht über der oberen Grenze der zur Mundbucht sich gestaltenden Verdickung (Fig. 3 *Hy*). Gleichzeitig mit dieser Einbuchtung drängt eine Mesodermwucherung die obere Wandung der Mundbucht-Einstülpung in der Mitte nach außen vor, so dass sie sich als spätere Oberlippe zu erkennen giebt (Fig. 3 *Ob. L*).

Diese unscheinbare Einbuchtung des Ectoderms ist der Beginn der Hypophysis. Sie liegt anfänglich der Mundbucht-Einstülpung näher als der Nasengrube, — dass sie dennoch nicht in die erstere vielmehr mit in die letztere hineingezogen wird, hat seinen Grund in der raschen und überaus mächtigen Entwicklung der Oberlippe.

Die wenigen Zellen, welche ursprünglich die Wände der Hypophysis-Einstülpung bilden, convergiren gleichfalls gegen das Lumen derselben, wie bei den sehr viel beträchtlicheren, gleichzeitig geschehenden Nasen- und Mundbucht-Einstülpungen; noch spät, wenn die Hypophysis bereits ganz unscheinbar nur als blindes Ende des langen Nasenganges erscheint, ist ein Unterschied in der Richtung ihrer Zellen, derjenigen der neutralen Zone, welche von Anfang an zwischen der Hypophysis und Nasengrube sich finden, und der die obere Nasenwandung bildenden eigentlichen Zellen der Riechschleimhaut zu erkennen.

Die Hypophysis-Einstülpung richtet sich gerade gegen die Spitze der Chorda dorsalis; sie wird bedeckt vom Boden desjenigen Hirntheils, der dem Infundibulum entspricht; sie ist auf dem Querschnitt breiter als hoch, ihr Lumen ist klein und rund, an der Mündung jedoch eben so wie die Mundbucht-Einstülpung breiter als hoch.

Zwischen der Spitze der Chorda und dem Zipfel der Hypophysis finden sich Mesodermzellen, auch wächst eine dorsale spitzwinklige mediane Zacke des Entoderms der Hypophysis-Einstülpung entgegen, erreicht sie jedoch nicht und erleidet in späteren Stadien eine Rückbildung (Fig. 5).

Vergleicht man die Fig. 3—8, so gewahrt man ein allmähliches Vorrücken der Naseneinstülpung von der Unterseite des Kopfes auf die Oberseite. Wie schon erwähnt, ist daran Schuld das außerordentliche Wachsthum der Oberlippe, welche wie ein mächtiger Schild die ganze Vorderseite des Kopfes überdeckt. Vergleicht man ferner die Nasen-Einstülpung in Fig. 3 mit der in Fig. 7 und 8, so wird man finden, dass in den letzteren beiden Figuren eigentlich nur die Umgebung der hinteren, oberen Bucht, in welche hinein die Linie sich begiebt, die den Buchstaben *N* damit verbindet, der gesammten Nasen-Einstülpung entspricht, welche in Fig. 3 so deutlich gegen die darauf folgende Ein-

Digitized by Google

stülpung *Hy* abgegrenzt ist. Und in der That ist auch jene Einstülpung *N* in Fig. 7 und 8 der allein den Namen Nase verdienende Theil; er allein zeigt Riechzellen, in seinen späteren Längsfalten vertheilt sich der doppelte Olfactorius, seine Hinterwand wird durch zwei ovale Öffnungen, welche noch die ursprüngliche Duplicität der ganzen Nase andeuten, mit dem Gehirn in Verbindung gesetzt.

Der ganze übrige Theil der Gesammt-Einstülpung gehört ursprünglich der auf Fig. 3 mit *Hy* bezeichneten Einstülpung zu, die eine außerordentliche Entwicklung erlangt, wie der Vergleich der Fig. 3—8 lehrt. Das blinde und sackartig angeschwollene Ende dieser Einstülpung liegt unter dem Infundibulum (Fig. 7 und 8 *Hy* u. *Inf*) in nächster Nähe der Chordaspitze, von unten begrenzt durch die Darmwandung; also durchaus in den topographischen Beziehungen, welche die Hypophysis bei allen übrigen Vertebraten besitzt.

Unterschieden wird aber die Hypophysis der Petromyzonten von andern dadurch, dass sie 1) niemals abgeschnürt wird von ihrer ursprünglichen Einstülpungsöffnung, und dass 2) diese ihre Einstülpung nicht in der Mundbucht, vielmehr in der Nasengrube befindlich ist. Richtiger freilich muss man sagen, die Nasengrube öffne sich in den Ausführungsgang der Hypophysis, denn die gesammte untere Wandung des sogenannten Nasenrohrs gehört der Einstülpung der Hypophysis an, und wird durch die Rückseite des Oberlippen-Ectoderms gebildet (Fig. 3—8).

Die weiteren Umgestaltungen des Organs sind ziemlich schwierig zu erforschen, der Kleinheit der Elemente wegen, und weil die Schnitte leicht zerbröckeln. Doch glaube ich mit Bestimmtheit angeben zu können, dass schon bei Larven von ca. 2 Centimetern Länge eine Follikelbildung der oberen Wandung stattfindet, soweit sie vom Tuber cinereum und vom Infundibulum bedeckt wird. Diese Follikelbildung besteht in sackförmigen Ausstülpungen der oberen Wand, die einander so nahe liegen, dass Zwischenräume gar nicht zu bemerken sind, sondern nur bindegewebige Scheidewände; Blutgefäße scheinen erst spät von beiden Seiten zwischen diese Follikel zu dringen. Die untere Wandung des Hypophysen-Schlauches liegt der oberen so dicht an, dass fast gar kein Zwischenraum zu erkennen ist; nur am Anfang, wo die Nasengrube sich von dem Nasengange scheidet, sieht man in dem letzteren, — also dem Ausführungsgange der Hypophysis — ein kleines Lumen, das mit dem Wachsthum des Ammocoetes nicht an Umfang gewinnt, obschon die Wandungen in die Breite sich ausdehnen; sie bleiben vielmehr auf einander gepresst.

Erst mit der Umwandlung zum Petromyzon erfährt auch die Hy-

Digitized by Google

pophysis eine tiefgreifende Veränderung. Leider habe ich bisher vergeblich nach Übergangs-Exemplaren von Ammocoetes zu Petromyzon gefahndet, kann also nur zu erschließen versuchen, welche Processe zu den Veränderungen führen. Bei Petromyzon findet sich, dass die Follikel von dem eigentlichen Schlauch der Hypophysis getrennt sind und zwischen dem Infundibulum und dem als Nasengang beschriebenen Hohlraum liegen. Die Follikel sind hie und da von Blutgefäßen durchzogen, in denen aber nur spärliche Blutkörperchen zu sehen sind. Nach hinten, d. h. gegen die Spitze der Chorda zu gerichtet, haben aber diese Follikel augenscheinlich eine schon bei Ammocoetes angelegte Verbindung mit dem Infundibulum noch weiter ausgebildet, denn man bemerkt eine Betheiligung von Wandungszellen des Bodens des Infundibulum an der Bildung des Gesammtcomplexes der hier zusammengedrängt liegenden, abgeschnürten Partie der ursprünglichen Hypophysis, die wohl mit dem als Saccus vasculosus, resp. als Processus infundibuli bekannten Bildungen zu parallelisiren ist. Ich lasse mich an dieser Stelle nicht darauf ein, die Bedeutung dieser Bildung zu discutiren; eine darauf gerichtete Hypothese findet eine bessere Stellung bei späterer Erörterung der mit dem Ursprung der Hirnnerven verbundenen Probleme.

Die Hypophysis von Ammocoetes reicht nicht über die Follikelbildung und die Verbindung mit dem Infundibulum hinaus. Die Hypophysis von Petromyzon aber ist beträchtlich länger, denn, wie schon angedeutet, ist die ganze von den Autoren als Nasengang, blinder Nasensack oder Spritzsack beschriebene Bildung nichts Anderes als die vergrößerte Hypophysis. Durch welche Processe diese außerordentliche Verlängerung des einfachen Canales, der bei Ammocoetes von der eigentlichen Nasengrube bis zur Spitze des Infundibulum reicht, zu Stande kommt, habe ich, wie gesagt, nicht eruiren können; es bleiben aber wohl nur zwei Möglichkeiten offen: entweder Abschnürung der Follikel der oberen Wandung des ursprünglichen Hypophysensackes, und vergrößertes Wachsthum des übrig bleibenden blinden Schlauches, — oder Obliteration des alten Schlauches, welcher die Nasengrube mit den unter dem Infundibulum liegenden Follikeln der Hypophysis verbindet, und Ausstülpung de novo des Nasenganges und Spritzsackes von der Nasengrube. Obschon nur directe Beobachtung hier definitiv entscheiden kann, halte ich doch dafür, dass nur die erstere Alternative die Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass die Follikel sich abgelöst haben und dass die breiten, bei Ammocoetes dicht an einander liegenden Wandungen des ursprünglichen Hypophysis-Canales nur von einander gewichen sind, eine

Digitized by Google

starke, bis weit unter die Chorda, gegen den Oesophagus gerichtete Verlängerung erfahren haben und nun der Function dienen, welche bereits von RATHKE beschrieben ist (Bemerkungen über den inneren Bau der Pricke, Petromyzon fluviatilis 1825), dessen Darstellung ich hier um so mehr wörtlich zum Abdruck bringe, als sein Werk sehr selten geworden ist. Es heißt dort pag. 82 ff., nach Beschreibung der eigentlichen Nasenhöhle, welche die Nasenschleimhaut und die Ausbreitung des Olfactorius darstellt:

»An zwei einander fast entgegengesetzten Stellen, nämlich ganz oben und ganz unten, ist dieser Sack (die eigentliche Nasenhöhle) durchbohrt, und die obere nur kleine Öffnung stellt das äußere Nasenloch dar. — Fast entgegengesetzt dem oberen und äußeren Loche führt das untere Loch der Nasenhöhle in den Nasengang, welcher bloß aus der, übrigens weiß gewordenen Schleimhaut und einer sie umgebenden zarten Zellhaut besteht und den im ersten Paragraphen beschriebenen Canal des hintersten Schädelstückes vollkommen auskleidet.

»Indem der Nasengang aus der hinteren Öffnung jenes Canals hinaustritt, weitet er sich mehr aus, und geht in den Nasensack oder sackartigen Anhang der Nase über. Dieser Sack ist hinten geschlossen, nimmt von vorn nach hinten an Weite etwas zu, ist stumpf geendigt (Anm. ‚Ein paar Mal sah ich dies hintere Ende mit einer Furche versehen, als hätte sich der Sack senkrecht in zwei Hälften theilen wollen'), legt sich zwischen das Rückgrat und den Anfang der Speiseröhre, und reicht mit seinem blinden Ende bis dort hinaus, wo das erste Paar der Querfortsätze vom Rückgrat abgeht. Was nun die innere Beschaffenheit desselben anlangt, so ist seine Wand mäßig dick, und zeigt auf ihrer Außenfläche ziemlich deutlich eine Lage von Muskelfasern. Die Schleimhaut übrigens ist ganz glatt und weiß gefärbt.

»Legt man lebendige Pricken so ins Wasser, dass das äußere Nasenloch über die Oberfläche hervorragt, oder legt man sie mit der Bauchfläche auf einen trockenen Gegenstand, so wird man bei jeder Ausdehnung des Brustkastens ein Sinken und bei jeder Einengung desselben ein Steigen des noch in der Nasenhöhle befindlichen, früher in sie von außen hineingedrungenen Wassers bemerken. Niemals aber sah ich, so sehr und so oft ich auch darauf geachtet habe, das Wasser bei jener angegebenen Lage daraus hervorspritzen[1]. Legt man dagegen

[1] PAUL BERT dagegen constatirt, dass Petromyzon marinus das Wasser fünf Centimeter weit aus der äußeren Öffnung hervorspritzen kann. (Ann. d. Sciences Natur. V. Série 1867. Tom. VII. pag. 372.)

Digitized by Google

eine Pricke so ins Wasser, dass dieses sie ganz bedeckt, und schweben nun in diesem Schleimstückchen oder andere kleine Körperchen: so wird man gewahr werden, wie früher schon bemerkt wurde, dass bei der Einathmung letztere gegen die Nasenöffnung fahren, bei der Ausathmung aber noch schneller in die Höhe geworfen werden. Hieraus geht hervor, dass die Pricken gleichzeitig mit der Athmung Wasser auch in die Nasenhöhle einziehen und ausspritzen. Wenn dieses Ausspritzen aber nur dann erfolgt, wenn auch das Nasenloch sich unter Wasser befindet, so müssen wir daraus folgern, dass die Kraft, welche dies bewirkt, nur schwach sein kann: so schwach, dass sie die Flächenanziehung zwischen der Nasenhöhle und dem darin befindlichen Wasser nicht unter allen Umständen völlig zu überwinden vermag. Indem ich mich nun aber nach der Ursache umsah, welche das Wasser aus der Nasenhöhle unter den angegebenen Umständen heraustreibt, fand ich, dass sie wohl kaum in etwas Anderem, als in dem Nasenanhange, nämlich in der musculösen Umkleidung desselben liegen konnte.«

Obwohl diese Darstellung nicht in allen Punkten genau ist, und auch nicht ganz auf P. Planeri passt, — vor allen Dingen ist die von Rathke erwähnte Musculatur nicht in dieser Weise vorhanden, — auch ist der Blindsack in eine Anzahl unregelmäßiger Falten zusammengelegt, welche sogar eine bilaterale Anlage andeuten, — so giebt sie doch die Bedeutung des Organes für den Haushalt des Thieres vollkommen zu erkennen. Auch Johannes Müller handelt davon in einer seiner Abhandlungen über die Myxinoiden (Über den Bau und die ungleiche Ausbildung der Sinnesorgane b. d. Myxinoiden pag. 32 ff.), wo es heißt:

»Die Cyclostomen bedienen sich aber entweder gar nicht des Mundes zum Einathmen oder wenigstens nicht beim Ansaugen, vielmehr muss dann das Einathmen und Ausathmen durch dieselben Öffnungen der Kiemen geschehen. Da nun letztere zugleich weiter als bei den übrigen Fischen zurückweichen, bei den Myxinoiden sogar durch einen sehr großen Raum vom Kopfe getrennt sind, so folgt, dass das Athmen der Cyclostomen nur geringen oder gar keinen Einfluss auf die Erneuerung des Wassers an ihren Geruchsorganen haben könne, und daraus folgt die Nothwendigkeit eines eignen Ventilationsapparates des Geruchsorganes außer dem Athemorgane. Diesen Zweck hat der Spritzsack der Petromyzon und der segelartige Ventilator am Gaumen der Myxinoiden.«

Wir treten hiemit einem Convolut von Problemen gegenüber, welches bisher von keiner Seite berührt, oder auch nur angedeutet worden ist.

Digitized by Google

In der Litteratur finden sich nur zwei Arbeiten, die sich mit der Hypophysis von Petromyzon eingehender beschäftigen. Es sind: JOHANNES MÜLLER, Vergl. Anatomie der Myxinoiden, Neurologie pag. 200, und WILHELM MÜLLER, Üb. Entwickl. u. Bau der Hypophysis und des Processus infundibuli cerebri, Jena'sche Zeitschrift f. Medicin u. Naturw. VI, pag. 394 ff.

Zu JOHANNES MÜLLER's Zeiten galt die Hypophysis für einen integrirenden Theil des Gehirns. Er glaubte sie darum auch richtig zu erkennen in einem hohlen Gebilde an der Basis des Gehirnes. L. c. pag. 200 heißt es: »Dicht hinter dem Ursprunge der Sehnerven liegt an der Basis des Lobus ventriculi tertii eine blasige, runzlige, längliche Hervorragung an. Es ist die hohle Hypophysis. Sie ist sehr groß, leicht zerstörbar, und leicht hat es den Anschein, als ob sich an ihrer unteren Fläche eine Spalte befände, die ich aber nicht für natürlich halte. Dieser hohle Körper kann dem Tuber cinereum, dem Infundibulum und der Hypophysis zusammen verglichen werden.«

Ohne dieses letzteren Satzes zu gedenken, corrigirt WILHELM MÜLLER diese Angabe, und beschreibt und zeichnet die Hypophysis von Petromyzon l. c. pag. 395, Tab. IX, Fig. 9. Aber es ist ihm eben auch nicht gelungen, die ganze Hypophysis der Cyclostomen zu erfassen, da er den Nasencanal ausgelassen hat und nur die abgeschnürten Follikel, welche zwischen dem Nasengang und dem Infundibulum liegen, für die Hypophysis hält. In LANGERHANS' »Untersuchungen über Petromyzon Planeri« findet sich keine Angabe über die Hypophysis, nur auf pag. 50 ff. einige Mittheilungen über den Nasengang, und ANTON SCHNEIDER in seinen »Untersuchungen zur vergl. Anatomie und Entwickl. der Wirbelthiere« lässt uns auch ohne Information, trotzdem er doch die Umgestaltung dieser Organsphäre bei der Metamorphose bemerkt haben muss.

Es fällt aber offenbar neues und bedeutendes Licht auf die Natur der Hypophysis im Allgemeinen durch die Beziehungen, welche die oben dargestellten Verhältnisse ergeben. Die Hypothese, welche ich selbst schon vor 15 Jahren verfolgte, aber mich aufzugeben bewogen fand, dass nämlich in der Hypophysis der letzte Rest des alten Oesophagus der anneliden-artigen Vorfahren der Wirbelthiere zu suchen sei[1], ist neuerdings Seitens des Veteranen der vergleich. Anatomie, Prof. RICH. OWEN, von Neuem als Lösung des großen Problems der Homologisirung der Central-Nervensysteme der Vertebraten und der

[1] »Ursprung der Wirbelthiere«, pag. 3.

Digitized by Google

Annulaten proclamirt worden. Der Zufall ließ mich zugegen sein, als Prof. Owen das Auditorium der Section D der Brit. Association in York durch eine ausführliche Einleitung darauf hinwies, wie ihm die Lösung eines der größten Probleme der vergl. Anatomie, an dem seit mehr als 50 Jahren die Wissenschaft sich vergeblich versucht hätte, jetzt gelungen sei. In einem nachher in den Proceedings of the Linnean Society Vol. XVI, Nr. 90 abgedruckten Aufsatz »On the Homology of the Conario-hypophysial Tract, or the so called Pineal and Pituitary glands« heißt es pag. 140:

»*The proposition therefore, which I now submit to the Society is, that the conario-hypophysial Tract in Vertebrates is the modified homologue of the mouth and gullet of Invertebrates. That the neur — or suboesophageal ganglion, or ganglionic masses, or neural cords, constituting the centres, whence are derived and caudally continued the homologue of the Vertebrate myelon, together with the part of the gullet they encompass, are consequently the homologues of the parts of the brain, posterior to the cerebrum and of the ventricle intervening between the upper and lower ends, — pineal and pituitary — of the conario-hypophysial tract. Thus, as it appears to me, is the Unity of Organisation or Composition vindicated, though in a transitory manner, between the Vertebrate and Invertebrate brain-possessing animals. The foregoing developmental phenomena have mainly guided me to a homological application which, so far as my readings have extended, appear not to have suggested itself.*«

Gleich nach der Beendigung des Vortrages in York bemerkte Mr. Balfour, dass Prof. Owen offenbar die Litteratur der letzten 6 Jahre nur sehr unvollständig kennen gelernt haben müsste, da ihm sonst schwerlich entgangen sein würde, dass die von ihm vorgeschlagene Lösung des großen Problems keineswegs neu sei, und in der That musste Prof. Owen merkwürdigerweise sogar die epochemachenden Werke Balfour's selbst nicht gelesen haben, da in ihnen in sehr eingehender Weise diese Probleme discutirt worden sind, im Anschluss an die vom Schreiber dieser Zeilen aufgestellte Hypothese von der Natur des Wirbelthier-Mundes. Ich selbst bemerkte Prof. Owen, dass die Hypophysis wohl kaum zu der Rolle geeignet sei, die er ihr anweisen wollte, vielmehr wohl als Homologon einer früheren Kiemenspalte angesehen werden müsse, eine Auffassung, zu der mich meine embryologischen Studien damals bereits geführt hatten.

Vor der Abfassung des einige Monate später von der Linnean Society gelesenen und oben citirten Aufsatzes hat Prof. Owen offenbar

Digitized by Google

Zeit gefunden, diese Lücke seiner Litteraturkenntnis etwas auszufüllen, und widmet mir nun einige Zeilen, die aber leider nicht erkennen lassen, dass dem so scharfsinnigen und geistreichen Manne die Meinung meiner Schrift, ja, ich muss wohl sagen, überhaupt die großen Schwierigkeiten und der außerordentliche Umfang des für diese Frage herbeizuführenden Beweismateriales ganz klar geworden seien. Er meint: »*Dohrn, while admitting the homology or equivalency of the supra-oesophageal ganglions, suboesophageal ganglions and sub- or ventral cords therefrom continued, whether ganglionic or otherwise, in Annelids and Arthropods, with the myelencephalous tract in Vertebrates, notwithstanding the opposite sides of the body which they seem to hold, has recourse to ideal ancestral forms in order to reconcile the differences as to relative position shown by the actual or modern subjects,*« und fügt hinzu: »*I concur with the remarks by Balfour l. c. pag. 167 on Dohrn's hypothesis and deem any other objection superfluous.*«

Ganz so leicht wird es indess nicht sein, den fatalen Consequenzen auszuweichen, welche für den »conario-hypophysial tract« aus dem hier dargestellten Befunde bei Petromyzon erwachsen. Dass die Entstehung der Hypophysis aus dem Ectoderm ein unübersteigliches Hindernis für die Auffassung bildet, welche Prof. Owen und, wie gesagt, ich selbst lange vor ihm gehegt haben, bemerkte ich schon in der zweiten »Studie« (diese Zeitschr. III, pag. 273) bei Gelegenheit der von Kölliker gemachten und Prof. Owen gleichfalls entgangenen Bemerkung, dass man Hypophysis-Epiphysis als letzte Reste eines untergegangenen Oesophagus betrachten könnte (Entw. des Menschen u. d. höh. Wirbelthiere. II. Aufl., pag. 534). Dass aber auch die Hypothesen, welche Balfour an die Stelle gesetzt hat, und welche ich gleichfalls in der II. Studie erwähnt und bereits bekämpft habe, durch den Befund bei Petromyzon gänzlich haltlos werden, scheint mir sehr deutlich. Wie aus einem Drüsenorgan der Mundhöhle Nasengang und Spritzsack hätten jemals hervorgehen können, erscheint sehr schwer vorstellbar; — eben so verliert die Hypothese, dass die Hypophysis von Hause aus ein Sinnesorgan gewesen sei, jeden Halt, wenn bei einem, nach Balfour's eigner Auffassung »primitiveren« Wirbelthiere aus diesem »Sinnesorgane« der Mundhöhle ein Spritzcanal und Spritzsack der Nase hat hervorgehen können.

Ganz anders aber liegt das Ding bei der Hypothese, die in der zweiten meiner »Studien etc.« dargelegt ward. Dieser Hypothese zufolge handelt es sich bei der Hypophysis um den letzten Rest einer ursprünglich selbständigen, vor dem Munde befindlichen Kiemen-

Digitized by Google

spalte. Einer solchen Deutung fügt sich die dauernd erhaltene Structur der Hypophysis in ihren Beziehungen zu den Blutgefäßen, welche sie in großer Zahl durchziehen und sie auf eine Stufe mit andern abgeschnürten Kiemensäcken bringen, die wir als Drüsen unbekannter Function, sogenannte Blutgefäßdrüsen, an einer großen Zahl von Vertebraten kennen Eine solche Deutung wird auch unterstützt durch den Ursprung dieser Blutgefäße aus den gegen den Kopf gerichteten Verlängerungen der Kiemenarterien, der Carotiden. Und einer solchen Deutung fügt sich nicht nur auf das Bequemste der hier dargestellte thatsächliche Entwicklungsgang der Hypophysis ein, es scheint vielmehr, dass die bei den Petromyzonten beobachtete Function des Nasenganges und Nasensackes, Wasser einzuziehen und wieder auszustoßen in direkter Linie aus der Function einer Kiemenspalte abzuleiten ist. Wäre die Hypophysis noch in Verbindung mit dem Darm[1], so würde dies eingezogene Wasser direkt die Athmung fördern, wie bei den übrigen Kiemenspalten: ja es ist durchaus nicht unmöglich, dass der Nasensack bei Petromyzon noch heute der Athmung dient, und dass der Name »Spritzsack«, den der Nasenanhang bei älteren Autoren führt, nicht einmal erschöpfend ist, und dass die Athmung in diesem Spritzsack, wenn auch weniger intensiv, aber doch immerhin noch existent ist.

Bei der Annahme der Hypothese, dass die Hypophysis eine vor dem Munde gelegene, natürlich wie alle übrigen, ursprünglich paarig angelegte Kiemenspalte gewesen, gewinnt man auch ein Verständnis für den Umstand, dass sie bei Petromyzon in den Bereich der Nase, bei allen übrigen Vertebraten aber in die Mundhöhle gerathen ist. Als Kiemenspalte gehörte sie bei den gemeinsamen Vorfahren der Petromyzonten und der anderen Vertebraten weder zur Nase noch zum Munde; vielmehr war sie ein selbständiges, beiden, Nase wie Mund, gleichgeartetes, homodynames Gebilde. Erst als aus den auf sie folgenden Kiemenspalten durch Durchbruch der medianen Scheidewand eine einzige große Öffnung, der gegenwärtige Mund, ward, erst da verlor sie ihre Selbständigkeit und ward bei der nun erfolgenden tieferen Einbuchtung der Körperwandung, welche den ectodermalen Theil des jetzigen Mundes lieferte, und bei der Ausbildung einer besonderen Oberlippe bei der einen Gruppe weiter gegen den Grund der sogenannten Mundbucht geschoben, wo sie denn auch allmählich, wie so viele andere ursprüngliche Einstülpungen der Haut oder Ausstülpungen des Darmes abgeschnürt

[1] Es leuchtet ein, welche Wichtigkeit die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der Myxinoiden für diese Frage gewinnt!

Digitized by Google

ward, um durch Wachsthums-Verschiedenheiten gänzlich dislocirt zu werden, und in Beziehungen zu treten, die ihr ursprünglich fremd waren, — bei der anderen Gruppe aber wurde sie mitsammt der Nase auf den Rücken über und vor das Gehirn geschoben, büßte aber nicht ihre selbständige Mündung ein.

Die Zahl der Folgerungen, die sich hier ergeben, ließe sich leicht noch vergrößern. Ist es doch ersichtlich, dass die Mundbucht der Petromyzonten sich nicht vollständig decken kann mit der der übrigen Vertebraten, da die Oberlippe, die obere Begrenzung der Mundbucht, bei den ersteren zwischen der Mund-Einstülpung und der Hypophysis-Einstülpung, bei den letzteren aber zwischen der Nasengrube und der Hypophysis-Einstülpung zur Ausbildung gelangt, — ein Unterschied, der auch einen Anhalt für phylogenetische Feststellungen liefert, da es ersichtlich scheint, dass beide Ausbildungsmodi nur von einem indifferenteren gemeinsamen Ausgangspunkt, nicht einer von dem anderen ableitbar sind.

Aber auf ein Problem will ich hier noch hinweisen, dessen Besprechung ich um so wichtiger halte, als ich schon im »Ursprung der Wirbelthiere« pag. 43 ff. eine mögliche Lösung angedeutet habe: die Metamorphose des Ammocoetes zu Petromyzon. Ich habe damals die Meinung ausgesprochen, dass ich den Ammocoetes-Zustand großentheils für eine Interpolation in die ursprünglich directer verlaufende Entwicklung der Petromyzonten hielte. Aus AUGUST MÜLLER's Darstellung und ANTON SCHNEIDER's »Untersuchungen etc.« sind eine Reihe der merkwürdigsten Thatsachen bekannt geworden, welche diese Metamorphose betreffen. Die Umwandlung des Mundes zu einem wirklichen Saugmaul, der Zunge zu jenem Organ, das mit so mächtiger Musculatur ausgestattet ist, die Auflösung des als Thyreoidea von SCHNEIDER und WILHELM MÜLLER beschriebenen und von ersterem fälschlich für eine secernirende Drüse erklärten[1] voluminösen Organs zu einer Reihe kleiner Follikel, die von SCHNEIDER behauptete Neubildung des Oesophagus, die Umbildung des Knorpelskelettes, der Flossen, die Vergrößerung des Auges und Vervollständigung seiner Organisation etc. etc., kurz, eine Menge der jeder Erklärung bisher unzugänglichen Erscheinungen erwarten einer Lösung aus einer richtigen Auffasssung der Beziehungen des Ammocoetes-Zustandes zu der Petromyzon-Organisation. Diesen Thatsachen reiht sich nun noch als weiteres Problem das Factum

[1] Ich verweise auf eine spätere »Studie«, worin dieses Organ abgehandelt und seine eigentliche Natur erörtert werden wird. Von einer Secretion, die SCHNEIDER behauptet, habe ich keine Spur nachweisen können.

Digitized by Google

hinzu, dass der Nasengang und Spritzsack nur dem Petromyzon, nicht dem Ammocoetes zukommt. Wie JOHANNES MÜLLER in der oben (pag. 181) citirten Stelle darlegt, handelt es sich bei dem Nasensack um einen Ventilations-Apparat des Geruchsorganes. Ich lasse dahingestellt, ob das richtig ist. Hält man aber die Thatsache, dass der Nasengang des Ammocoetes fast lumenlos ist, und dass bei Querschnitten niemals irgend welche fremde Körper zwischen seinen Wandungen getroffen werden, dass also offenbar kein Einsaugen und Ausstoßen von Wasser stattfindet, zusammen mit der andern Thatsache, dass die eigentliche Nasenhöhle des Ammocoetes keine Faltenbildung zeigt und somit ihre eigentliche Riechfunction nicht, oder nur sehr unvollkommen vollzieht; vergleicht man damit ferner das umgekehrte Verhalten bei Petromyzon, wo ein mächtig entwickelter Nasengang und Spritzsack neben einem reichen Faltenconvolut der Nasenschleimhaut sich vorfindet, so wird man der Auffassung JOHANNES MÜLLER's, der glücklicherweise das Hineinziehen physiologischer Betrachtungen in die Morphologie für keinen Irrweg hielt, um so lieber beipflichten, als diese beiden Thatsachen geeignet sind, auch Licht auf die Natur der phylogenetischen Verhältnisse zu werfen, die zwischen Ammocoetes und Petromyzon bestehen. Ich bin, wie gesagt, geneigt, bei diesem Verhältnis an das zu denken, was die Philologie ein Hysteron Proteron nennt. Ich glaube nämlich, so paradox das klingen mag, — dass die Verhältnisse bei Petromyzon älter sind, als die bei Ammocoetes, und dass es sich bei der Nase und ihrer Ausgestaltung eben so wie bei dem Auge um eine Entwicklungshemmung handelt, die so lange dauert, wie Ammocoetes im Schlamme lebt. Ich kann nämlich bestätigen, was v. SIEBOLD in seiner Bearbeitung der »Süßwasserfische von Mittel-Europa« sagt, dass schon die kleinsten Larven von Petromyzon, also eben die Ammocoetes, sofort, nachdem sie eigne Beweglichkeit erlangt haben, sich in den Schlamm einwühlen, eben so wie ich nie einen Ammocoetes irgend einer Größe — und es hat sich um Tausende und aber Tausende gehandelt — anders als aus dem Schlamme hervorgeholt habe. Auch findet man bei Schnitten den Darm meist voll von Schlamm-Residuen. Dass also die Ernährung in der That durch Aufnahme von Schlamm stattfindet, der durch die zwischen den Lippen befindlichen Mundtentakel und durch das merkwürdige Mundsegel so durchsiebt wird, um jede Verletzung der zarteren Theile, vor Allen der Kiemen, unmöglich zu machen, scheint mir zweifellos zu sein. Bei einer solchen Lebens- und Nahrungsweise ist jede andere Ausstattung der Thiere mit Sinnesorganen nicht nur überflüssig, sondern sogar schädlich, da sie zu Ver-

Digitized by Google

letzungen führen kann. Was soll einem Ammocoetes, der ein paar Centi- oder gar Decimeter tief in den Schlamm oder Sand eingebohrt ist, ein Auge helfen? Was soll er mit einer fein ausgearbeiteten Riechschleimhaut anfangen? Wozu soll ihm ein hochgeartetes Gehörorgan nützen? Vielleicht verlässt Ammocoetes bei Nacht den Schlamm, um auf dem Grund der Gewässer sich herumzutummeln, aber zu einer frei lebenden Existenz bringt er es schwerlich. Seine äußerst kräftige Leibes-Musculatur befähigt ihn dagegen vortrefflich, sich im Schlamm selbst vorwärts zu schieben, wogegen wiederum die auf sog. embryonalem Typus stehen bleibende Kiemen- und Augenmusculatur Beweis davon ablegt, dass sie gleichfalls eine Entwicklungshemmung erfahren hat, und dass sie früher zu andern und höheren Leistungen berufen war, als ihr jetzt bei Ammocoetes obliegen.

Ich will späteren Erörterungen nicht vorgreifen, in denen ich von Neuem den Aberglauben angreifen werde, als könne man aus Amphioxus und den Tunicaten irgend etwas Nennenswerthes für die Urgeschichte der Wirbelthiere lernen. Ich will nur durch die hier dargelegten Verhältnisse der Hypophysis und ihrer Beziehungen zur Nase davor warnen, die Bildungen der Ascidien nicht zu allerhand Nieren etc. zu stempeln oder aber der Hypophysis der Säugethiere gar eine Art von Gallen-Absonderung zum Gebrauch für das Gehirn zuzuschreiben, — Deutungen, die in der neuesten Litteratur sich finden. Welche Function die Hypophysis bei den einzelnen Wirbelthieren, — nenne man sie nun Chordata, Cephalochordata oder Urochordata — noch heut zu Tage vollzieht, das wird wohl noch lange Gegenstand der Discussion sein. Aus welcher Grundfunction aber diese Tochterfunctionen abzuleiten seien, darauf, denke ich, werfen die vorstehenden Erörterungen einiges Licht. Das Einziehen und Ausstoßen des Wassers mittels des Spritzsackes der Petromyzonten ist begreiflich als directer Functions-Überrest einer wirklichen Kieme, es ist unbegreiflich auf Grund irgend einer der bisher geäußerten Vermuthungen über die Natur, den Ursprung und die Function der Hypophysis. Vom »Conario-hypophysial tract« wird aber hienach wohl nicht viel übrig bleiben, und ich kann mit Prof. Owen's Worten schließen »*I deem any other objection superfluous.*«

Neapel, Ende November 1882.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 18.

N. Nasengrube.
Hy. Hypophysis.
Mdb. Mundbucht.
Ob.L. Oberlippe.
Unt.L. Unterlippe.
Ch. Chorda dorsalis.
Ent. Entoderm.
Tub.cin. Tuber cinereum.
Inf. Infundibulum.
Ep. Epiphyse.
Ksp.Ent. Entodermale Kiemenausstülpungen.
Thy. Glandula thyreoidea.
Md. Mesoderm des Mundes.
O. Ohrblase.
M.T. Mundtentakel.

Alle Figuren stellen Sagittalschnitte durch die Medianlinie des Kopfes dar. Einige sind etwas schräg gefallen.

Fig. 1. 3 Tage nach dem Ausschlüpfen. Mitten durch die Einstülpung der Hypophysis, aber schräg durch Nase und Mundverdickung, so dass die Mesodermpartien des Mundes erscheinen.
Fig. 2. Dasselbe Stadium durch die Mitte der Ectodermverdickung der Mundbucht.
Fig. 3. 10 Stunden später als das vorhergehende Stadium.
Fig. 4. 14 Stunden später - - - -
Fig. 5. 48 Stunden später - - - -
Fig. 6. 24 Stunden später - - - -
Fig. 7. 4 Tage später - - - -
Fig. 8. 6 Tage später - - - -, also im Ganzen 17 Tage alt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Über die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren.

2. Artikel[1].

Von

Dr. **Karl Brandt** in Neapel.

Mit Tafel 19 u. 20.

I. Einleitung.

Die allgemeinen Ergebnisse meiner bereits veröffentlichten Untersuchungen (65, 72) über diesen Gegenstand sind folgende:

1) Selbstgebildetes Chlorophyll fehlt Thieren vollkommen. Chlorophyllkörper, wie wir sie bei allen echten Pflanzen finden, kommen bei Thieren nicht vor.

Dadurch wird eine fundamentale Verschiedenheit zwischen den Pflanzen (ausgenommen die Pilze) einerseits und den Thieren (und Pilzen) andererseits begründet. Die Pflanzen sind im Stande, anorganische Materie in organische überzuführen. Pflanzen, die dem Lichte genügend ausgesetzt sind, können in und an ihren Chlorophyllkörpern aus Wasser, Kohlensäure und Ammoniak organische Stoffe, besonders Stärke erzeugen. Die Thiere dagegen, welche kein Chlorophyll besitzen, können sich nur von organischen Stoffen, die sie direct oder indirect von den Pflanzen beziehen, ernähren.

2) Wenn Chlorophyll in Thieren sich findet, so verdankt es einzelligen Algen sein Dasein. Sowohl die grünen Körper, die sich

[1] Der 1. Artikel befindet sich in: Arch. f. Anat. u. Physiol., Abth. f. Physiol. 1882. p. 125—151.

Digitized by Google

vorzugsweise in Süßwasserthieren finden, als auch die in Meerthieren vorkommenden gelben Zellen sind Algen[1].

3) Durch die Assimilationsthätigkeit dieser eingemietheten Algen können die Wirththiere ernährt werden. In vielen Fällen bedürfen die Algen-beherbergenden Thiere keiner besonderen Ernährung von außen, sondern lassen sich von den Stoffen, welche die Algen aus unorganischen Substanzen bereiten, ernähren. Wir haben also hier eine ähnliche Symbiose wie bei den Flechten. Da die algenführenden Thiere sich in morphologischer Hinsicht ganz wie echte Thiere verhalten, in Bezug auf die Ernährung mit echten Pflanzen übereinstimmen, so schlug ich vor, sie kurz Phytozoen zu nennen. —

Zur Fortsetzung der früheren Untersuchungen über die in Thieren vorkommenden Algen und die Bedeutung derselben für die Thierwirthe bewilligte mir die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin einen Arbeitsplatz in der Zoologischen Station zu Neapel, und gewährte mir dadurch die Möglichkeit, die reiche Fauna des Golfes zu benutzen und mich der vorzüglichen Hilfsmittel der Zoologischen Station zu bedienen. Diese für mich unschätzbare Vergünstigung verpflichtet mich der Kgl. Akademie zu höchstem Danke. Eben so drängt mich das Gefühl aufrichtigster Dankbarkeit den Herren Professoren DU BOIS-REYMOND, SCHWENDENER und DOHRN gegenüber bei dieser Gelegenheit auszusprechen, wie sehr sie mich durch ihr Wohlwollen in der Ausführung meiner Pläne in jeglicher Weise unterstützt und gefördert haben. In Bezug auf Litteraturnachweise, auf Bestimmung des Untersuchungsmaterials und auf den Nachweis von neuen Phytozoen wurde mir seitens der Herren Dr. VOSMAER, Dr. CHUN, Dr. ANDRES, Dr. LANG und SALVATORE LO BIANCO die freundlichste Unterstützung zu Theil.

[1] Da mir sowohl die grünen als die gelben Algen neue Gattungen darzustellen schienen, so nannte ich die ersteren *Zoochlorella* n. g., die letzteren *Zooxanthella* n. g. Bald darauf zeigte GÉZA ENTZ (67), dass die Pseudochlorophyllkörperchen der Infusorien Entwicklungszustände bereits bekannter Algenformen darstellen, dass mithin der neue Gattungsname *Zoochlorella* einzuziehen sei.

Digitized by Google

II. Die gelben Zellen.

1. Deutung und Vorkommen der gelben Zellen.

Gelbe Zellen wurden im Jahre 1851 von HUXLEY (5) entdeckt, und zwar bei Vertretern von zwei sehr verbreiteten Radiolarienfamilien, den Colliden (Thalassicolla nucleata Huxl.) und den Sphaerozoiden (Thalassicolla punctata = Sphaerozoum punctatum J. Müll., Collosphaera Huxleyi J. Müll. und wahrscheinlich auch Collozoum inerme Haeck.). Von ihm rührt auch der Name »yellow cells« her, der fast von allen späteren Autoren angewendet ist. Der Entdecker sowohl als auch spätere Forscher sahen die gelben Zellen als wesentliche Theile des Thierleibes und als Erzeugnisse des Thieres selbst an. Erst CIENKOWSKI (29) stellte im Jahre 1870 die Behauptung auf, dass die gelben Zellen nicht Theile der Thiere, in welchen sie vorkommen, sondern Algen seien und brachte gewichtige Gründe für diese Auffassung bei. Die wenigen thatsächlichen Einwendungen gegen diese Anschauung wurden durch die Untersuchungen von O. und R. HERTWIG und von mir widerlegt, so dass seit einiger Zeit die gelben Zellen allgemein als Algen gelten. In der neuesten Zeit hat GEDDES diese Ansicht noch weiter gestützt.

Bisher sind (so weit ich in Erfahrung bringen konnte) gelbe Zellen gefunden und als solche erkannt worden bei folgenden Thieren[1]:

Protozoen.

1. Foraminiferen.

? Rotalia (M. SCHULTZE 1854).
Orbitolites (CARPENTER 1855), MOSELEY 1879.
Globigerina echinoides = Coscinosphaera ciliosa (STUART 1866, HAECKEL 1870), BRANDT, p. 222.

---

[1] In der Liste sind diejenigen Autoren in Parenthese gesetzt, welche die gelben Zellen als Theile des thierischen Organismus (Farbstoffkörner, Pigmentzellen, Leberzellen, Reservestoffbehälter etc.) ansahen. Die nicht eingeklammerten Namen bezeichnen Forscher, welche die Algennatur der gelben Zellen erkannten. In manchen Fällen sind die gelben Zellen ohne nähere Angabe des Grundes als Algen bezeichnet worden. Alsdann wurde dem Autorennamen ein Fragezeichen beigefügt. Dasselbe geschah, wenn dem betreffenden Forscher die Algennatur nur wahrscheinlich erschien.

Die Liste wird nicht ganz vollständig sein; doch dürfte kaum irgend eine wesentliche Arbeit darin fehlen.

Digitized by Google

2. Radiolarien,
mehr als 100 Species aus den Gruppen der:

a. Sphaerozoeen (Huxley 1851, J. Müller 1859, Haeckel 1862), Cienkowski 1871, (R. Hertwig 1876), R. Hertwig? 1879, Brandt 1881, Geddes 1882, Brandt, p. 220.
b. Thalassicolleen (Huxley 1851, J. Müller 1859, Haeckel 1862), R. Hertwig? 1879, Brandt, p. 220.
c. Peripyleen (Haeckel 1862), R. Hertwig? 1879.
d. Monopyleen (Haeckel 1862), R. Hertwig? 1879.
e. Acanthometreen (J. Müller 1859, Haeckel 1862, R. Hertwig 1879), Brandt, p. 235.

3. Flagellaten.

Leptodiscus medusoides (R. Hertwig 1877).

4. Ciliaten.

Vorticella n. sp. (auf Aglaophenia) Mereschkowsky? 1882, Brandt, p. 219.

Spongien.

Hircinia variabilis F. E. Schulze 1879, Brandt, p. 223.
Reniera cratera Brandt, p. 223.

Coelenteraten.

1. Hydrozoen.

Sarsia u. a. Medusengemmen Brandt, p. 233.
Aglaophenia sp. Mereschkowsky? 1882, Hamann 1882.
Rhizostoma Cuvieri Brandt, p. 218.
Cassiopeia borbonica (Hamann 1881), Geddes 1882, Brandt, p. 218.
Velella, Porpita } (C. Vogt 1854, Haeckel 1862), Geddes 1882, Brandt, p. 219.

2. Anthozoen.

Paralcyonium elegans Brandt, p. 240.
Gorgonia verrucosa Geddes 1882, Brandt, p. 216.
Anthea cereus O. u. R. Hertwig 1879, (Hamann 1881), Geddes 1882, Krukenberg 1882, Brandt, p. 216.
Anthea cinerea O. u. R. Hertwig 1879.
Ceriactis aurantiaca Geddes 1882, Brandt, p. 218.
Heliactis bellis (= Sagartia troglodytes, Heider 1877), Geddes 1882, Brandt, p. 216.
Adamsia diaphana O. u. R. Hertwig.
Actinia aurantiaca O. u. R. Hertwig 1879.
Aiptasia diaphana Geddes 1882, Brandt, p. 216.
Aiptasia turgida Brandt, p. 216.
Cladocora caespitosa Heider? 1881, Brandt, p. 216.

3. Ctenophoren.

Euchlora Chun 1880, Moseley 1882.

Digitized by Google

Echinodermen.

Echinocardium cordatum (GEDDES 1880), BRANDT, p. 240.
Holothuria tubulosa (Larve) (SELENKA 1876), BRANDT, p. 240.

Bryozoen.

Zoobothrium pellucidum BRANDT, p. 222.

Vermes.

1. Turbellarien.

Convoluta paradoxa (O. SCHMIDT 1852, CLAPARÈDE 1861), v. GRAFF 1882.
Convol. Langerhansii LANGERHANS 1882, cf. v. GRAFF, BRANDT, p. 233.
Convol. bimaculata LANGERHANS 1882, cf. v. GRAFF.

2. Anneliden.

Eunice gigantea BRANDT, p. 234.

Die vorstehende Übersicht zeigt, dass bis jetzt besonders bei Radiolarien und Coelenteraten gelbe Zellen nachgewiesen sind. Bei den Radiolarien sind sie so häufig, dass wohl mehr als 100 Species hätten namhaft gemacht werden müssen. Desshalb begnügte ich mich auch in diesem Falle mit der Aufzählung der Hauptgruppen. Außer bei Radiolarien und Coelenteraten kommen Thiere mit gelben Zellen noch in verschiedenen Gruppen vor, so bei Foraminiferen, Infusorien, Spongien, Echinodermen, Bryozoen, Turbellarien und Anneliden. Bis jetzt weiß man nur von wenigen Arten dieser Gruppen, dass sie gelbe Zellen enthalten, doch wird in der nächsten Zeit durch weitere Untersuchungen die Zahl dieser Species wohl erheblich vermehrt werden. Auch wird man wohl in Tunicaten und vielleicht auch Mollusken gelbe Zellen finden. Dagegen schienen mir die Arthropoden und Vertebraten niemals gelbe Zellen in ihren Geweben zu besitzen.

GEDDES (76) giebt in seiner Aufzählung derjenigen Thiere, bei welchen gelbe Zellen vorkommen, auch Haliphysema, Myriothela und Ceratium an. Nach RAY LANKESTER's Untersuchungen sollen auch bei Haliphysema Körper vorkommen, die mit den gelben Zellen Ähnlichkeit haben. Als ich mich davon in der von GEDDES citirten Arbeit (Quart. Journ. Micr. Sc. 1879, p. 482) überzeugen wollte, fand ich, dass LANKESTER allerdings »bläschenförmige Kerne« von Haliphysema mit den bläschenförmigen Körpern von Orbitolites, die CARPENTER geschildert hat, vergleicht. Während aber die letzteren stets grün sind und von MOSELEY mit den gelben Zellen von Radiolarien verglichen und als einzellige Algen gedeutet werden, sind, wie LANKESTER ausdrücklich hervorhebt, die Körper von Haliphysema auch im frischen Zustande farblos. Haliphysema gehört also nicht hierher.

Digitized by Google

Ferner soll KOROTNEFF (1881) in einem Hydroidpolypen, Myriothela, gelbe Zellen entdeckt haben. Die Arbeit ist in russischer Sprache geschrieben, und aus den Abbildungen geht nicht hervor, dass die gelben Körper Algen sind.

Was endlich noch das Vorkommen von gelben Zellen in Ceratium tripos anlangt, so ist dasselbe noch nicht im geringsten bewiesen.

2. Gründe für die Algennatur der gelben Zellen.

Für die parasitäre, bezw. pflanzliche Natur der gelben Zellen sind bis jetzt folgende Gründe nach und nach aufgestellt worden:

Zunächst hat HAECKEL (26) in den gelben Zellen der Radiolarien eine Substanz aufgefunden, die sonst nicht im Radiolarienkörper vorkommt. Das Vorhandensein dieser Substanz, welche HAECKEL für echtes Amylum hält, ich für eine Modification der Stärke ansehe, konnte von allen späteren Beobachtern bestätigt werden.

Sehr bald darauf machte CIENKOWSKI (29) die wichtige Entdeckung, dass die gelben Zellen wochenlang den Tod der Radiolarien überleben. Sie sind im freien Zustande von einer ziemlich resistenten Schleimmembran umgeben und führen amöboide Bewegungen aus. Zugleich wachsen sie und pflanzen sich durch Theilung fort. Ich konnte diese Angabe später bestätigen (62) und hinzufügen, dass in einem Falle die gelben Zellen zwei Monate lang den Tod ihres Wirththieres überlebten.

CIENKOWSKI hebt außerdem hervor, dass keine einzige Thatsache dafür spräche, dass die gelben Zellen im Radiolarienkörper selbst gebildet würden. Weder durch Beobachtungen noch durch Versuche konnte er die Entstehung der gelben Zellen aus dem Protoplasma der Radiolarien feststellen.

R. HERTWIG (35) stellte später fest, dass die gelben Zellen die einzigen individualisirten Zellen des Radiolarienkörpers seien. Allerdings war schon von J. MÜLLER (11) und HAECKEL (15) die Zellmembran erkannt, und von HAECKEL (26) der Zellkern sicher nachgewiesen worden; doch hatte HAECKEL, dessen Anschauungen über den Bau der Radiolarien bis zum Erscheinen der Arbeiten von HERTWIG allein maßgebend waren, irrthümlicherweise verschiedene untergeordnete Theile als Zellen gedeutet, so die Alveolen, die Öltropfen und Concretionen, die Zellkerne (wasserhelle Bläschen) etc. Erst HERTWIG hat gezeigt, dass jede Centralkapsel mit der intra- und der extracapsulären Sarkode einer einzigen, häufig vielkernigen Zelle entspreche und dass die

Digitized by Google

Alveolen etc. nur Theile derselben sind. Dass im Protoplasma dieser Zellen noch besondere, wohl abgegrenzte und gut individualisirte Zellen, die gelben Zellen, vorkommen, ist in hohem Grade auffallend und mit den sonstigen Erfahrungen über die Zelle nicht wohl vereinbar.

Wenn Hertwig trotzdem nicht der Ansicht Cienkowski's beitritt, dass die gelben Zellen vielleicht selbständige Organismen seien, so geschah dies desswegen, weil er bei der Schwärmerbildung normalerweise einen Zerfall der gelben Zellen stattfinden sah, und weil er außerdem in der extracapsulären Sarkode zuweilen kleine, von einem Pigmenthäufchen umgebene Kerne fand, die er als frühe Entwicklungsstufen gelber Zellen ansieht und von dem Centralkapselinhalt ableitet.

In seiner zweiten Arbeit über Radiolarien (44, p. 119) neigt sich Hertwig mehr der vorher bekämpften Anschauungsweise Cienkowski's zu, ohne sich jedoch definitiv für oder gegen dieselbe auszusprechen. Zur Stütze der Ansicht von Cienkowski führt er besonders einen sehr treffenden Grund an: Er fand gelbe Zellen schon bei Organismen (Thalassicollen) vor, welche nur einen einzigen, einfachen Kern besaßen. Wenn die gelben Zellen integrirende Bestandtheile des Thieres wären, so müsste man sich zu der unwahrscheinlichen Hypothese entschließen, dass sie selbständig und unabhängig von dem einzig vorhandenen Zellkerne, also frei in der extracapsulären Sarkode entstanden seien.

Einen anderen Grund für die parasitäre Natur der gelben Zellen sieht Hertwig darin, dass die gelben Zellen vielen Radiolarien, z. B. den Disciden, Heliosphaeren, Arachnosphaeren, Thalassolampen etc. vollkommen fehlen, während sie bei den nächsten Verwandten dieser Gruppen in oft sehr großer Anzahl vorkommen. Zu Gunsten der Ansicht von Cienkowski spricht diese Beobachtung in so fern, als man in einem so wesentlichen Theile der Organisation bei so nahe verwandten Thieren wie den Colliden, Heliosphaeriden etc. übereinstimmende Verhältnisse erwarten sollte.

Von großer Wichtigkeit war dann die Entdeckung von O. u. R. Hertwig (48), dass in den Entodermzellen von verschiedenen Actinien eben solche oder sehr ähnliche gelbe Zellen wie in den Radiolarien vorkommen. So lange die gelben Zellen nur bei Radiolarien gefunden waren, konnte man trotz der bereits festgestellten Gegengründe noch die Zugehörigkeit der gelben Zellen zum Radiolarienorganismus für wahrscheinlich halten. Dadurch, dass die Gebrüder Hertwig ganz ähnliche gelbe Zellen auch in den Gewebszellen anderer Thiere nachwiesen, wurde aber dieser ohnehin schon zweifelhaften Annahme vollends der Boden entzogen. Der Verdacht, dass es sich sowohl bei

Digitized by Google

den Radiolarien als auch bei den Actinien um pflanzliche Eindringlinge handelt, wurde noch dadurch vermehrt, dass O. u. R. HERTWIG auch im Schleime der Actinien lebende gelbe Zellen fanden, und dass bald darauf MOSELEY (50) in Foraminiferen und CHUN (53) auch in einer Rippenqualle, Euchlora, gelbe Zellen entdeckten.

Ich (62) habe dann eine Reihe von weiteren Gründen für die pflanzliche Natur der gelben Zellen aufgeführt. Zunächst zeigte ich, dass die gelben Zellen nicht, wie R. HERTWIG auf Grund seiner Untersuchungen an Collozoum inerme annahm, allgemein bei der Schwärmerbildung verbraucht werden, sondern bei Sphaerozoum punctatum und Collozoum coeruleum vollkommen unverändert bleiben. Während die sämmtlichen zum Radiolar gehörigen Theile entweder zum Aufbau der Schwärmer verbraucht werden oder todt zurückbleiben, werden die gelben Zellen von der vollständigen Umarbeitung des Thieres nicht im geringsten berührt und bleiben lebend in den zerfallenden Resten des Radiolar zurück. Jeder, der mit der Entwicklungsgeschichte der niederen Organismen vertraut ist, wird in einem solchen Verhalten der gelben Zellen einen zwingenden Grund für die parasitäre Natur dieser Gebilde sehen müssen.

Ferner theilte ich eine Beobachtung mit, die in doppelter Hinsicht für die parasitäre Natur der gelben Zellen spricht. Bei Vergleichung einer größeren Anzahl von jungen Exemplaren dieser Species fand ich Colonien, die schon 50—100 Centralkapseln, aber noch keine einzige gelbe Zelle enthielten, ferner ganz ähnliche, die nur vereinzelte, und dann stets im äußeren Theile der Gallerte liegende gelbe Zellen, und endlich solche, die eine größere Anzahl von Zellen im Pseudopodienmutterboden führten. Die gelben Zellen erscheinen hiernach immer zuerst in der Gallerte, sind daher nicht vom Centralkapselinhalt abzuleiten, rücken nach und nach in den Pseudopodienmutterboden und liegen schließlich alle in demselben. Einmal wurde dadurch in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, dass die gelben Zellen von außen in die Thiere eindringen, und dann zeigt diese Beobachtung, dass die Thiere mit zahlreichen gelben Zellen und die Exemplare, welche nicht eine einzige gelbe Zelle enthalten, im Wesentlichen übereinstimmen. Das wäre sicher nicht der Fall, wenn die gelben Zellen einen wesentlichen Theil des Thieres selbst ausmachten.

Außerdem machte ich auf die große Ähnlichkeit, welche gelbe Zellen im Bau und in einigen Entwicklungszuständen mit einem von mir bei Actinosphaerium entdeckten Chytridium-artigen Schmarotzer zeigen, aufmerksam.

Digitized by Google

Die pflanzliche Natur begründete ich weiter durch den sicheren Nachweis einer Cellulosemembran bei den gelben Zellen von Radiolarien. Allein die Membran der gelben Zellen, nicht aber irgend welcher Theil des Radiolarienkörpers selbst, zeigt die charakteristischen Reactionen echter Pflanzencellulose. Die Membran lebender gelber Zellen ist doppelbrechend und färbt sich bei Anwendung von Jodwasserstoffsäure, d. h. von Chlorzinkjod oder von Jod und Schwefelsäure, bläulich. O. u. R. Hertwig hatten bereits für die gelben Zellen von Actinien das Vorhandensein einer Cellulosehülle wahrscheinlich gemacht (48).

Endlich fand ich sowohl bei zerquetschten, als bei intacten gelben Zellen, dass der Zellkern sich bei Behandlung mit Hämatoxylin oder Carmin stets viel weniger stark als die Radiolarienkerne färben[1]. —

Den bereits vorliegenden Gründen fügte Geddes (68) noch einen weiteren hinzu, indem er nachwies, dass Thiere mit gelben Zellen Sauerstoff ausscheiden. Wenn auch aus diesem Befunde keineswegs die Algennatur der gelben Zellen hervorgeht, so zeigt er doch, dass Chlorophyll (Diatomin?) in ihnen vorhanden ist.

Endlich hat L. v. Graff (88) gezeigt, dass die schon von O. Schmidt und Claparède bei Convoluten beobachteten braunen Kugeln mit den gelben Zellen der Radiolarien, Actinien etc. übereinstimmen. Für die Algennatur macht v. Graff zunächst geltend, dass bei den gelben Zellen der diatominartige Farbstoff in Form wandständiger Platten, die durch farblose Zwischenräume getrennt bleiben, vertheilt sei. In dieser Hinsicht sind die gelben Zellen total verschieden von allen thierischen Pigmentzellen.

Da man ferner niemals Veränderungen wahrnimmt, wie sie wenigstens an einigen derselben im Falle der Verdauung erkennbar sein müssten, so wird auch die Annahme unwahrscheinlich, dass man es hier mit Nahrungsobjecten zu thun habe. Außerdem fand er, dass dieselben braunen Algen, welche in Convoluten vorkommen, auch die Wände seiner Seeaquarien überziehen. Und endlich weist er, eben so wie Wittrock (71), auf die große Ähnlichkeit der gelben Zellen mit gewissen Entwicklungszuständen von Woronin's *Chromophyton Rosanoffii* hin.

Außer diesen bereits veröffentlichten Gründen für die Algennatur der gelben Zellen finden sich noch einige neue in den folgenden Abschnitten dieser Arbeit. —

---

[1] Geddes (76) hat diesen Satz umgekehrt citirt.

Digitized by Google

Wie die vorstehende Übersicht zeigt, war bereits vor GEDDES sicher gestellt, dass die gelben Zellen nicht von den Thieren, in denen sie vorkommen, erzeugt sein können, sondern als selbständige pflanzliche Organismen aufzufassen sind, welche, wie es scheint, von außen in die Thiere eindringen. Die beiden einzigen Gründe, welche HERTWIG in seinem ersten Radiolarienwerke für die endogene Natur der gelben Zellen von Radiolarien anführte, habe ich (62) bereits widerlegt. Weder vor noch nach HERTWIG ist sonst irgend eine Beobachtung angeführt worden, welche für die Zugehörigkeit der gelben Zellen zu den Thieren, in welchen sie vorkommen, spräche. Dagegen bewiesen die constatirten Thatsachen, dass dieselben gelben Zellen in ganz verschiedenen Thieren vorkommen, dass sie ein völlig selbständiges Leben führen können und nicht die geringste Abhängigkeit von ihrem Thierwirthe bekunden, dass sie endlich auch einen Zellkern und Stärke enthalten und von einer unzweifelhaften Cellulosemembran umgeben sind, die Selbständigkeit und die Algennatur der gelben Zellen. Eine Zellmembran aus echter Pflanzencellulose hat noch Niemand bei einem unzweifelhaften Thiere nachgewiesen[1]. Ferner kann man auf Grund neuerer Untersuchungen aus der Gegenwart von Stärke mit ziemlicher Bestimmtheit auf das Vorhandensein von Chlorophyll schließen. Es scheint, als ob bei gänzlicher Abwesenheit von Chlorophyll eben so wenig Stärke wie Sauerstoff von einem Organismus producirt werden kann. Bis jetzt hat man selbsterzeugte Stärke nur in chlorophyllführenden Organismen nachgewiesen, und wenn man Amylum in Thieren findet, so ist sein Ursprung leicht durch die Gegenwart von eingemietheten Algen zu erklären (s. u. p. 232 und p. 270 u. f.).

Wenn neuerdings GEDDES (69, p. 361; 76, p. 392) behauptet, zuerst den Beweis dafür geliefert zu haben, dass die gelben Zellen der Radiolarien und Coelenteraten Algen sind, so unterschätzt er den Werth der bereits vorliegenden Mittheilungen anderer Forscher in unverantwortlicher Weise. Als Grund für seine unrichtige Behauptung führt er an:

»For it will not do to ignore, with Dr. BRANDT, such weighty opposing evidence as 1) the recent direct statement of HAMANN that the

[1] Bei den Ceratien und anderen Cilioflagellaten ist allerdings eine Zellmembran aus Cellulose gefunden worden, doch gehören diese Organismen möglicherweise nicht den Thieren zu. Das Tunicin des Ascidienmantels bildet nicht die primäre Zellmembran, wie es bei der Cellulose der Pflanzen der Fall ist, sondern secundäre Ablagerungen.

Digitized by Google

yellow cells of Medusae, etc., are not algae, but unicellular glands, 2) the observation of KRUKENBERG that Anthea cereus did not evolve oxygen in sunlight, or 3) the failure of himself and others to prove the presence of cellulose and chlorophyll, or even to confirm HAECKEL's discovery of starch in Radiolarians, observations which rendered the whole matter so utterly dubious that no botanist, had ever accepted it, although its value, especially to disciples of SCHWENDENER, it obviously great.«

Nach dem oben Mitgetheilten fällt die Behauptung von GEDDES, dass ich eben so wenig wie die anderen Forscher eine Cellulosemembran nachgewiesen habe und dass Niemand vor ihm HAECKEL's Entdeckung der Stärke bestätigt habe [1].

Was sodann den »directen Beweis« HAMANN's (61) für die Drüsennatur der gelben Zellen von Coelenteraten betrifft, so kann ich für seine haltlose Vermuthung kaum den Versuch einer Beweisführung in seiner Arbeit finden. HAMANN begnügt sich damit, die alten Untersuchungen HAECKEL's über conservirte gelbe Zellen der Radiolarien mit den Angaben von O. und R. HERTWIG über das Verhalten lebender gelber Zellen von Actinien gegen Jod zu vergleichen. Eigene Untersuchungen über diesen Gegenstand würden ihm bald gezeigt haben, dass die gelben Zellen der Radiolarien sich im lebenden Zustande eben so gegen Jod verhalten wie die gelben Zellen der Coelenteraten. Sonderbar erscheint dann die Schlussfolgerung: Wenn die gelben Zellen der Radiolarien nicht vollkommen denen der Coelenteraten entsprechen und die ersteren Algen sind, — so sind die letzteren Drüsenzellen. Es ist zu bedauern, dass der Verfasser nicht noch eine andere Thatsache für die Drüsennatur der gelben Zellen beigebracht hat, als die bemerkenswerthe Entdeckung einer »kleinen, schwer erkennbaren Öffnung«, welche »jedenfalls« in der Membran vorhanden ist. Wenn GEDDES dies »direct statement of HAMANN« nennt und es als »weighty opposing evidence« bezeichnet, so könnte er auch behaupten, dass HAMANN den »directen Beweis« für die Jodhaltigkeit der gelben Zellen geliefert habe [2].

Zur Entscheidung der Frage, ob die gelben Zellen zu den Thieren, in welchen sie leben, gehören, hat GEDDES keine neuen Thatsachen aufgeführt; dagegen gebührt ihm das Verdienst, die Erkenntnis der

---

[1] Näheres s. u. p. 210 u. f.

[2] 61, p. 21: »Wir nehmen desshalb mit CIENKOWSKI an, dass die jodhaltigen gelben Zellen der Radiolarien niederste pflanzliche Parasiten sind,« etc.

Digitized by Google

gelben Zellen durch den sicheren Nachweis von Chlorophyll bereichert zu haben. Aber gerade GEDDES kann am allerwenigsten daraus irgend etwas über die Algennatur der gelben Zellen folgern, da er bis in die neueste Zeit mir gegenüber behauptet, dass verschiedene Thiere (Convoluta, Hydra, Spongilla etc.) selbst erzeugte Chlorophyllkörper enthalten. Wenn er also Chlorophyll in den gelben Zellen nachweist, so spricht das von seinem Standpunkte aus gerade nicht für die parasitäre Natur der gelben Zellen.

3. Die einzelnen Bestandtheile der gelben Zellen.

1) Zellkern.

Der Nucleus der gelben Zellen wurde zuerst von HAECKEL (26, p. 533), und zwar bei den Zooxanthellen von Radiolarien mit Bestimmtheit erkannt. Nach seinen Angaben ist der Kern »ein scharf contourirtes, helles, gewöhnlich kugliges Körperchen, welches oft einen deutlichen Nucleolus enthält. Wenn man die gelben Zellen der Radiolarien mit carminsaurem Ammoniak behandelt, so färbt sich der ganze Inhalt der kugligen Zellen lebhaft roth, jedoch der Kern viel intensiver als das Protoplasma. Wenn man aber dann die gefärbten Zellen in Wasser zerdrückt, so sieht man, dass die den Kern umgebenden Körner, die angeblichen »Pigmentkörner«, sich nicht durch das Carmin gefärbt haben. Der Nucleus tritt auch durch Essigsäure deutlich hervor.« Bald darauf leugnete DÖNITZ (27), welcher in dem »meist vorhandenen hellen Bläschen« kein Kernkörperchen finden konnte, das Vorhandensein eines Kernes. Er stellte sich eigenthümlicherweise vor, dass jeder Zellkern auch ein Kernkörperchen besitzen müsse. HERTWIG (35) hat bereits das Irrthümliche dieser merkwürdigen Vorstellung nachgewiesen, so dass hier nicht weiter darauf eingegangen zu werden braucht. DÖNITZ gegenüber bezeichnet HERTWIG, eben so wie früher HAECKEL, das mit Carmin färbbare große Korn als Zellkern; doch schließt er sich in so fern DÖNITZ an, als er mit ihm den gänzlichen Mangel eines Kernkörpers behauptet. Die Kerne der gelben Zellen sind nach seinen Untersuchungen völlig homogen und gehören, wie die Nuclei coloniebildender Radiolarien, zu den structurlosen, primitiven Kernen. Diese für Radiolarien geltenden Mittheilungen ergänzten O. und R. HERTWIG (48, p. 40) später durch Untersuchungen an gelben Zellen von Actinien. Bei Anwendung von Carmin oder Hämatoxylin konnten sie auch bei diesen Zooxanthellen einen Kern als »kleine ge-

Digitized by Google

färbte Stelle zwischen den Pigmentkörnchen« nachweisen. Ich (62, p. 398) zeigte später, dass der Kern der gelben Zellen sich gegen Reagentien anders verhalte als die sonst ähnlichen Kerne ihrer Wirththiere. Im Übrigen konnte ich HERTWIG's Untersuchungen bestätigen.

Neuerdings kann ich einige Daten zur Ergänzung noch hinzufügen. Die in den lebenden Zellen nicht immer sichtbaren Kerne lassen sich nach Abtödtung und Färbung deutlich erkennen. Ob man die Abtödtung und Färbung mit Überosmiumsäure und BEALE's Carmin oder mit Chromsäure und Magdalaroth oder mit Sublimat und Boraxcarmin oder endlich mit Pikrinschwefelsäure und Hämatoxylin vornimmt, ist ziemlich gleichgültig. Wenn man dabei die Vorsicht anwendet, allen nur mechanisch von dem Inhalt der Zelle festgehaltenen Farbstoff durch entsprechende Lösungsmittel auszuwaschen, so ist auch allein der aus Kernsubstanz bestehende Theil der Zelle, der Kern, gefärbt. Die Kerne sind meist rundlich und regelmäßig contourirt (Fig. 28, 29, 57), manchmal jedoch auch unregelmäßig und mit Zacken und Spitzen versehen (Fig. 31, 58). Vollkommen homogene Kerne fand ich in den gelben Zellen der *Actinien* (Anthea, Ceriactis, Aiptasia, Gorgonia, Fig. 28—31), *Radiolarien* (Thalassicolla und Sphaerozoiden, Fig. 57—59), so wie den *Siphonophoren* und *Globigerinen*; differenzirte Kerne dagegen in den gelben Zellen von *Convoluta* (Fig. 76—78). In Schnitten durch Convoluten, die mir Herr Dr. LANG freundlichst zur Verfügung stellte, hatten die großen Kerne ein granulirtes Ansehen. Sie schienen ein engmaschiges Netzwerk von stärker färbbaren Fäden zu besitzen.

2) Die Membran und ihre Beschaffenheit.

In seiner Monographie (15, p. 85) sagt HAECKEL von der Membran der gelben Zellen von Radiolarien: »Die Membran ist fest, derb, scharf contourirt und zeigt gegen Reagentien die gewöhnliche Resistenz thierischer Zellmembranen.« Bei seiner späteren Veröffentlichung (26) fügte er nichts hinzu. DÖNITZ (27) gab dann an, dass bei Kali- oder Schwefelsäurezusatz die Membran sich zunächst blasenförmig abhebt und dann völlig auflöst. O. und R. HERTWIG (48, p. 43) behandelten dann isolirte gelbe Zellen von Actinien sowohl mit Chlorzinkjod als auch mit Jod und Schwefelsäure. »Die Membran nahm nach einiger Zeit einen bläulichen Schimmer an, eine ganz überzeugende Reaction trat aber nicht ein. Immerhin möchte in Anbetracht der Kleinheit des Objectes und der nicht völlig sicheren Wirkungsweise der beiden Reagentien das erreichte Resultat schon dafür sprechen, dass die Membran von Cellulose gebildet ist.« Bald darauf behauptete ich (62, p. 398) auf Grund

Digitized by Google

von Untersuchungen an den gelben Zellen von Radiolarien, dass die Membran der gelben Zellen aus echter Pflanzencellulose bestehe, weil sie doppelbrechend ist und sich bei Anwendung von Jodwasserstoffsäure bläulich färbt. GEDDES (68, p. 303 und 76, p. 382) bestätigte die Blaufärbung der Membran von gelben Zellen bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure auch für Actinien, Velella und Cassiopeia.

Auf Grund neuerer Untersuchungen kann ich noch hinzufügen, dass die schleimartige Hülle der amöbenartigen Zustände solcher Sphaerozoiden-Zooxanthellen, welche wochenlang frei im Wasser leben, ebenfalls aus Cellulose bestehen. Die stark gequollene Membran färbt sich sehr deutlich und schnell violett und dann blau bei Behandlung mit Jodwasserstoffsäure (Chlorzinkjod, bezw. Jod und Schwefelsäure). Außerdem sah ich die Trennungsmembran in sich halbirenden Zellen besonders deutlich violett werden bei Behandlung mit Chlorzinkjod. Wenn man gelbe Zellen von Anthozoen mit Chromsäure oder verdünnter Salzsäure behandelt, so quillt die Membran stark auf und hebt sich von dem Plasma ab. Setzt man darauf Jodjodkalium zu, so tritt eine tiefviolette Färbung der gequollenen Membran ein. In concentrirter Schwefelsäure löst sich, wie DÖNITZ bereits richtig angegeben hat, die Membran gelber Zellen (auch von Coelenteraten) vollkommen auf. Bei Behandlung mit concentrirter Kalilauge dagegen findet keine Auflösung statt. In vielen Fällen platzt allerdings die Membran, wohl in Folge übermäßiger Quellung des Inhalts, und lässt den protoplasmatischen Inhalt heraustreten; aber auch in diesen Fällen bleibt die zerrissene Membran erhalten. Gewöhnlich quillt die Membran nur, bleibt aber sonst unverändert. Berücksichtigt man endlich, dass die Membran auch doppelbrechend ist, so besitzt sie alle wesentlichen Eigenschaften einer Cellulosehülle. Die Doppelbrechung der Membran ist allerdings nur schwach, immerhin aber bei den gelben Zellen der Radiolarien, Siphonophoren und Anthozoen fast stets zu erkennen.

Bei den meisten gelben Zellen ist das Vorhandensein einer Membran nicht im geringsten zweifelhaft. Verhältnismäßig am dicksten ist sie bei den braungefärbten Zooxanthellen der *Anthozoen*, zarter bei den gelben Zellen der *Radiolarien* und *Siphonophoren*. Dagegen konnte ich bisher gar keine Membran bei den gelben Zellen vieler *Acanthometriden* und *Acanthopractiden*, so wie der *Paralcyonien* und *Echinodermen* erkennen. Die starke amöboide Beweglichkeit der Echinodermen-Zooxanthellen und die verschiedenartige und wechselnde Gestaltung der gelben Zellen von Acanthometriden machen es unwahrscheinlich, dass bei diesen Zellen eine Membran vorkommt. Ein Mittel,

Digitized by Google

das in zweifelhaften Fällen stets zum Nachweise einer Membran bei gelben Zellen führte, die Behandlung mit schwachen Säuren (z. B. Chromsäure 0,5 %), schlug bei den Zooxanthellen der letztgenannten vier Gruppen gänzlich fehl.

3) Der Farbstoff.

Schon HAECKEL (15, p. 86) macht darauf aufmerksam, dass die gelbe Farbe bezüglich ihres Tones und ihrer Intensität mehrfachen Abstufungen unterworfen ist und bei den einen Radiolariengattungen mehr in ein helles Schwefelgelb übergeht, bei anderen dagegen intensiv citrongelb oder gelbbraun erscheint. Noch größer sind die Farbenvariationen, wenn man auch die gelben Zellen anderer Thierclassen mit denen der Radiolarien vergleicht. Die Zooxanthellen vieler Anthozoen sind entschieden rothbraun oder bräunlichviolett, die gelben Zellen der Radiolarien dagegen meist gold- bis schwefelgelb. Zwischen den beiden Extremen, Violett- oder Rothbraun (Anthozoen, Eunice) einerseits und Schwefelgelb (Radiolarien, Siphonophoren) andererseits, kommen bei den gelben Zellen der verschiedenen Thierclassen alle nur denkbaren Abstufungen vor. Manche gelbe Zellen (gewisse Radiolarien, zuweilen auch Rhizostoma Cuvieri) haben auch einen entschiedenen Stich ins Grünliche. Als Unterscheidungsmerkmal für die verschiedenen Arten von gelben Zellen wird man die Farbentöne wegen der vielen Zwischenstufen kaum verwerthen können. Nur einen Unterschied konnte ich stets constatiren: bei Radiolarien finden sich nie braungefärbte, bei Actinien nie gelbgefärbte Zooxanthellen. Dass diese beiden Sorten von gelben Zellen auch sonst erheblich von einander abweichen, wird unten näher ausgeführt werden.

Bezüglich der Vertheilung des gelblichen Farbstoffes hatte HAECKEL[1] früher (15, p. 85) die Ansicht ausgesprochen, dass die in den Zellen vorkommenden Körner die Träger der Farbe seien und nur in seltenen Fällen auch der übrige flüssige Zellinhalt gefärbt sei. Bei späteren Untersuchungen (26, p. 533) gelangte HAECKEL dagegen zu der Überzeugung, dass die gelbe Färbung nicht von den Körnern herrührt, sondern auf Rechnung einer gelben Pigmentlösung zu setzen ist, welche das ganze Protoplasma der Zellen durchtränkt. Ganz richtig ist eigentlich keine dieser beiden Angaben über das Vorkommen des Farbstoffes bei Zooxanthellen von Radiolarien. In den meisten Fällen

[1] Vor HAECKEL hat bereits E. CLAPARÈDE (14) bei den braunen Körpern der *Convoluta paradoxa* das Vorkommen des Farbstoffes in Form wandständiger Körper richtig erkannt.

Digitized by Google

erscheint allerdings, wie HAECKEL in seiner zweiten Mittheilung angiebt, der Farbstoff diffus, immer aber ist der periphere Theil der Zellen sehr viel intensiver gefärbt als der centrale. In vielen Fällen ist sogar ein großer centraler Theil der Zelle vollkommen farblos, während der Membran große und kleinere, intensiv gefärbte Farbstoffstücke (Chlorophyllkörper) anliegen. Wohlabgegrenzte Farbstoffstücke oder -platten finden sich besonders häufig bei den gelben Zellen der *Anthozoen*, seltener bei denen der *Radiolarien* und *Velellen* (Fig. 104, 62—69, 19, 25). Linsen- oder kugelförmige kleine Chlorophyllkörper besitzen die *Acanthometriden*, *Echinodermen* und *Paralcyonium* (Fig. 38—40, 94—97). Bei den Zooxanthellen von *Convoluta Langerhansii* kommt das gefärbte Plasma in Form von unregelmäßig verlaufenden, schmalen und breiteren Strängen vor (Fig. 74, 75, 111, 112). In allen bisher bekannt gewordenen Fällen findet sich der Farbstoff vorwiegend im äußeren Theil der gelben Zellen. Gelbe Zellen, bei welchen besonders der centrale Theil gefärbt wäre, giebt es nicht. Bei den Diatomeen, den Phaeosporeen, Dictyotaceen und anderen Meeresalgen finden sich ebenfalls vorwiegend wandständige Chlorophyllkörper.

Über die Natur des Farbstoffes war bis vor Kurzem sehr wenig bekannt. CLAPARÈDE (14) wies auf die große Ähnlichkeit des Farbstoffes der Convoluta-Zooxanthellen mit dem Diatomin hin. Darauf hat HAECKEL (15, p. 86; 26, p. 534) angegeben, dass durch concentrirte Mineralsäuren der Farbstoff blass grünlichgelb wird und GEDDES (68, p. 303) hat schließlich noch festgestellt, dass derselbe bei Behandlung mit Alkohol einen grünlichen Rückstand hinterlässt. Auf Grund dieser unzureichenden Reaction behauptete GEDDES, dass der gelbe Farbstoff der Zooxanthellen »identisch« mit dem der Diatomeen sei. Wenngleich durch seine Beobachtung eine gewisse Ähnlichkeit des Farbstoffes der gelben Zellen mit dem Diatomin wahrscheinlich gemacht wird, so kann doch von einem Nachweis der Identität nicht die Rede sein.

Um Näheres über die Natur des Farbstoffes festzustellen, machte ich von verschiedenen Phytozoen und einigen Meeresalgen Alkoholauszüge, die in Bezug auf Fluorescenz, Veränderlichkeit bei Belichtung und spectroskopisches Verhalten mit einander verglichen wurden. Zerschneidet man eine lebende *Ceriactis* in kleine Stücke und behandelt diese mit 90%igem Alkohol, so erhält man nach $^1/_2$stündiger Einwirkung des Lösungsmittels einen röthlichgelben, schwach fluorescirenden Farbstoffauszug. Dieser Extract kann nicht von dem rothen thierischen Pigment, sondern nur von den gelben Zellen herrühren, denn das Pigment ist nach wie vor unverändert, während die gelben Zellen ihre

Digitized by Google

braune Farbe eingebüßt haben und rein grün erscheinen. Um aber in dieser Hinsicht ganz sicher zu gehen, kann man einer lebenden Ceriactis die Tentakelkrone abschneiden, jeden einzelnen Tentakel von der violetten Spitze befreien, und dann in zwei Gefäßen Alkoholauszüge von den Tentakeln einerseits und dem zerkleinerten Thierleibe und den Tentakelspitzen andererseits herstellen. Die Tentakeln sind, wie ich mit Hilfe eines später zu schildernden Verfahrens mit Bestimmtheit festgestellt hatte, nach Abschneiden der violetten Spitze ganz frei von thierischem Farbstoff, dagegen enthalten sie in den Entodermzellen sehr viele gelbe Zellen, welche ihnen die grünlich braune Färbung verleihen. Die hellrothe Farbe des Leibes rührt dagegen vorzugsweise von thierischem Pigment her, das die Ectodermzellen erfüllt. Vergleicht man die Farbstoffauszüge nach halbstündiger Einwirkung des Alkohols, so kann man keinen Unterschied herausfinden. Der thierische Farbstoff wird erst nach ein- oder zweitägiger Einwirkung des Alkohols, wenn die Farbe der gelben Zellen schon größtentheils entfernt ist, ausgezogen.

Behandelt man *Aiptasia diaphana*, welche ganz frei ist von thierischem Farbstoff, oder *Anthea cereus*, die nur wenig eigene Farbe besitzt, in zerkleinertem Zustande mit Alkohol, so erhält man nach der ersten halben Stunde ebenfalls einen röthlichgelben, schwach fluorescirenden Extract. Daraus folgt, dass allgemein bei den bräunlichen Zooxanthellen der Anthozoen zuerst die gelbrothe Farbe ausgezogen wird. In allen Fällen erscheinen jetzt die gelben Zellen bei mikroskopischer Untersuchung nicht mehr, wie im lebenden Zustande, bräunlich, sondern grün.

Wenn man den während der ersten Stunde erhaltenen Farbstoffextract beseitigt und frischen Alkohol aufgießt, so erhält man bei *Aiptasia*, *Anthea* und den Tentakeln von *Ceriactis* nur noch einen rein grünen, stark fluorescirenden Extract. In 24—48 Stunden ist auch der grüne Farbstoff vollständig ausgezogen und die Zooxanthellen sind gänzlich farblos.

Die braune Färbung der lebenden gelben Zellen entsteht also dadurch, dass ein rothgelber und ein rein grüner Farbstoff innig gemischt sind. Der erstere Farbstoff ist sehr viel leichter als der letztere, durch Alkohol ausziehbar und fluorescirt schwächer als dieser.

Eben so wie die braune Farbe der Anthozoen-Zooxanthellen wird auch die gelbe Färbung der Zooxanthellen von *Velellen* und *Radiolarien* durch Mischung zweier Farbstoffe, eines gelben bis röthlich gelben und eines grünen, hervorgerufen. Wenn man Velella mit Alkohol

Digitized by Google

behandelt, so wird bekanntlich der blaue Thierfarbstoff sofort röthlich und löst sich bald in Alkohol auf. Außerdem aber verändern auch die gelben Zellen während der ersten Stunde ihr Gelb in Grün. Gießt man den rothen Extract der ersten Stunde ab, welcher fast den ganzen Thierfarbstoff und das Gelb der Zooxanthellen enthält, so bekommt man bei weiterer Alkoholbehandlung eine grüne, stark fluorescirende Lösung. Collozoen geben zunächst einen blassgelben, später einen grünen Alkoholauszug.

Ganz ähnlich verhält sich die braune Alge *Haliseris*, eine Dictyotacee. Auch sie giebt bei Alkoholbehandlung während der ersten Stunde einen rothgelben, später einen rein grünen, stark fluorescirenden Farbstoffauszug.

Bei Belichtung verhielten sich die Farbstoffauszüge verschiedener Anthozoen ganz eben so wie die von Haliseris, d. h. der rothgelbe Auszug wurde nur blasser, behielt aber seine Farbe, der rein grüne dagegen wurde ganz blass strohgelb. Dieselbe Entfärbung findet statt, wenn man den grünen Alkoholextract einer mit reinem Chlorophyll versehenen Alge, z. B. *Ulva*, belichtet.

Endlich wurde auch das spectroskopische Verhalten festgestellt und dabei constatirt, dass zwischen den Farbstoffauszügen von Haliseris, Ulva und Gelidium einerseits, von Ceriactis und Anthea andererseits kaum merkliche Unterschiede bestehen. Der ganze violette und blaue Abschnitt des Spectrums und ein Theil des grünen ist absorbirt; der Abschnitt zwischen Grün und Roth ist unverändert; der rothe Theil des Spectrums wird von Ulvaauszügen vollkommen, von den anderen sehr wenig absorbirt. Interessanterweise waren übrigens die anscheinend so verschiedenen rothgelben und grünen Auszüge ihrem spectroskopischen Verhalten nach fast genau gleich.

Da sich die Farbstoffauszüge der genannten Anthozoen in jeder Hinsicht — Farbe, Fluorescenz, Verhalten bei Belichtung und in Bezug auf das Spectrum — eben so verhalten wie die Alkoholextracte chlorophyllhaltiger Meeresalgen, so wird man den Farbstoff der gelben Zellen auch als chlorophyllhaltig zu bezeichnen haben.

Nach Abschluss dieser Untersuchungen erschien Mitte October 1882 eine Arbeit von Krukenberg (83), welche einen Theil der hier aufgeführten Resultate bereits enthält. Vor allen Dingen führt Krukenberg schon an, dass der erste zwölfstündige Alkoholextract von *Anthea* gelbbraun ist, und dass die nächsten Farbstoffauszüge unrein grün, dann rein grün werden. Krukenberg kommt zu dem Schlusse, dass mit Hilfe des Spectroskopes nicht sicher zu entscheiden ist, »ob die Pigmente

Digitized by Google

der sogenannten ‚gelben Zellen' Hepatochromate oder chlorophylloide Farbstoffe sind«. Da ich zu sehr mit anderen Arbeiten beschäftigt war, so konnte ich einige Punkte, in denen KRUKENBERG von mir abweicht, bisher leider noch nicht untersuchen.

KRUKENBERG macht in derselben Arbeit (p. 74) auf eine eigenthümliche Beziehung zwischen dem Vorhandensein von Thierfarbstoff und dem Vorkommen von Algen in Thieren aufmerksam. Er hebt hervor, »dass gerade die purpuridinführenden Actinienspecies *(Cerianthus, Actinia mesembryanthemum)* vor dem Algeneindringling gefeit sind«[1]. Auch ich habe weder bei mikroskopischer Untersuchung Algen in Cerianthus nachweisen können, noch bei tagelanger Einwirkung von Alkohol einen Farbstoffauszug erhalten, noch endlich bei monatelangem, vollständigem Lichtabschluss eine Veränderung der Färbung von Cerianthus erzielen können. Das letztere Mittel ist vorzüglich geeignet, bei niederen Thieren zu entscheiden, ob der Farbstoff pflanzlicher oder thierischer Natur ist oder endlich, ob sowohl ein thierischer als auch ein pflanzlicher Farbstoff vorkommen. Bei meinen, nachher näher zu besprechenden Versuchen über Ernährung von Thieren durch ihre Algenmietherinnen stellte ich gelegentlich fest, dass bei vollständigem Lichtabschluss binnen höchstens acht Wochen sämmtliche Algen vom Thiere ausgeworfen werden, dass dagegen die Actinienfarbstoffe selbst keine Veränderung erleiden. Auf diese Weise konnte constatirt werden, dass *Aiptasia diaphana* und *Cladocora caespitosa* nur pflanzlichen, *Cerianthus membranaceus* nur thierischen und *Anthea cereus* (beide Varietäten) und *Ceriactis aurantiaca* sowohl pflanzlichen als thierischen Farbstoff enthalten. Dunkel gehaltene Exemplare von Aiptasia und Cladocora werden nach zwei Monaten vollkommen farblos, Anthea und Ceriactis dagegen nicht. Die Tentakeln der letzten zwei Arten haben zwar die braungrüne Farbe eingebüßt und sind glashell geworden, doch sind die violetten Spitzen der Tentakeln vollkommen unverändert. Der violette Farbstoff kann also bei diesen Thieren eben so wenig wie bei Cerianthus, welcher ebenfalls monatelang die violette Färbung seines Körpers auch in vollständiger Dunkelheit unverändert bewahrt, pflanzlicher Natur sein. Ein anderer thierischer Farbstoff, der orangeroth ist, findet sich in der ganzen Leibeswand von Ceriactis. Auch er zeigt, eben so wenig wie der grünliche Farbstoff, welchen der Leib von Anthea enthält, eine Abhängigkeit vom Lichte. In Bezug auf Anthea kann ich also die Angaben von GEDDES (76) und KRUKENBERG (83)

[1] cf. O. u. R. HERTWIG (48).

Digitized by Google

vollkommen bestätigen, welche O. u. R. HERTWIG (48) gegenüber behaupten, dass die Färbung dieser Actinie nicht allein durch die Algen hervorgerufen werde.

Bei *Ceriactis* scheinen die beiden Farbstoffe, thierische und pflanzliche, sich gegenseitig auszuschließen. Exemplare, welche einen lebhaft roth gefärbten Leib besitzen, enthalten im Entoderm des Körpers wenige oder gar keine gelben Zellen, während man oft sehr viele findet bei Individuen mit blassrother Leibeswand[1]. Der Umstand, dass die Tentakeln oft bei den Exemplaren am tiefsten grünbraun gefärbt waren, welche im Körperentoderm gar keine gelben Zellen besaßen, zeigt, dass die lebhafter roth gefärbten Individuen nicht überhaupt ärmer an Algen sind, sondern in den farbstofffreien Tentakeln, in denen die Algen ungehindert assimiliren können, so viele gelben Zellen, wie nur überhaupt möglich, enthalten. Nur da, wo durch reichliches Vorhandensein von thierischem Farbstoff schon das Ectoderm für Lichtstrahlen undurchdringlich geworden ist, können sich in dem darunter gelegenen Entoderm keine Algen ansiedeln.

GEDDES (76) giebt für Gorgonia verrucosa an, dass die rothe Varietät algenfrei sei, die weißlich grüne aber zahlreiche gelbe Zellen enthalte. Es ist auch schwer vorstellbar, wie in den lebhaft roth gefärbten Thieren unter der wenig durchscheinenden oder vielleicht sogar undurchsichtigen Decke gelbe Zellen sollen gedeihen können. Wenn also der rothe Farbstoff erst in größerer Quantität vorhanden ist, können sich Algen nicht mehr im Thier ansiedeln. Ob umgekehrt bei Vorhandensein von wenig rothem Farbstoff in Folge des Einnistens der gelben Zellen die weitere Bildung von rothem Farbstoff unterdrückt und ob der bereits vorhandene Farbstoff beseitigt wird, muss noch festgestellt werden.

4) Die Körner.

Über den Inhalt der gelben Zellen und die Reactionen desselben hat zuerst JOH. MÜLLER (11) einige Angaben gemacht. Er stellte fest, dass die gelben Zellen der Radiolarien »ein paar größere und kleinere Körnchen« enthalten, und dass der Inhalt von Jod gebräunt, von Jod und Schwefelsäure noch tiefer gefärbt wird.

In seiner Monographie bestätigte HAECKEL (15, p. 86) MÜLLER's

[1] Beiläufig bemerkt, war bei den blassrothen Ceriactis-Exemplaren nur die äußerste Spitze der Tentakeln blassviolett gefärbt, während die Tentakeln der lebhafter gefärbten Thiere sämmtlich eine ziemlich ansehnliche Kappe tiefvioletten Farbstoffes besaßen.

Digitized by Google

Angaben über das Verhalten der gelben Zellen gegen Jod. Durch Jod allein werden die gelben Zellen intensiv gelbbraun oder dunkelbraun, bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure (oder Salzsäure) intensiv schwarzbraun gefärbt. Wenn Kalilauge zugesetzt wurde, verschwand die Färbung, die Zellen wurden wieder hell und farblos; wenn er dann abermals Jod und Schwefelsäure einwirken ließ, trat wieder die dunkle Färbung auf.

In einem späteren Aufsatze (26, p. 533) theilt HAECKEL die Resultate fortgesetzter genauer Untersuchungen über die gelben Zellen der Radiolarien und ihre Inhaltsbestandtheile mit. Während er früher der Ansicht MÜLLER's gefolgt war, dass die Körner der gelben Zellen die Träger der gelben Farbe seien, das Zellprotoplasma selbst aber nur in Ausnahmefällen Farbstoff enthalte, erklärte er jetzt mit Bestimmtheit, »dass die gelbe Farbe nicht von den Körnern herrührt, sondern auf Rechnung einer gelben Pigmentlösung zu setzen sei, welche das ganze Protoplasma der Zellen durchtränkt«. Von ungefärbten Körnern finden sich meistens 3—6 größere und 20—30 kleinere in dem gleichmäßig gelben Protoplasma der Zellen. Die größten Körner übertreffen bisweilen den Kern an Durchmesser und erreichen ungefähr die Hälfte des Zellendurchmessers. Die Form der Granula ist verschieden, bald kuglig, bald scheibenförmig, bald unregelmäßig rundlich oder vieleckig. Durch Untersuchungen an conservirtem Material stellte er außerdem fest, »dass die geformten Körner in den gelben Zellen der Radiolarien aus einer Substanz bestehen, die nicht von dem Amylum der Pflanzen unterscheidbar ist«. Er fand nämlich, dass die gelben Zellen von Radiolarien, welche mehrere Jahre lang in Liquor conservativus aufbewahrt waren, bei Behandlung mit Jodjodkalium intensiv blau wurden. »Das Blau war ganz reines Dunkelblau, und wie bei den verschiedenen Modificationen des Amylum bald mehr indigo-, bald mehr violettblau, röthlichblau oder schwarzblau. Die Färbung haftete ganz deutlich nur an den im Protoplasma liegenden Körnern.« »Je zahlreicher und größer die im Protoplasma liegenden Körner waren, je mehr sie den Zellenraum erfüllten, desto intensiver schwarzblau war die ganze Zelle. An jungen Zellen, welche bloß eines oder ein paar kleine Körner enthielten, wurden bloß diese blau gefärbt, und die übrige Zelle gelb.«

Durch vor- oder nachherigen Säurezusatz wurde die Jodreaction nicht im geringsten beeinflusst. Dagegen verschwand die Blaufärbung sofort nach Zusatz kaustischer Alkalien. Die Zellen wurden farblos und durchsichtig und quollen stark auf. Wenn nachher wieder Säure und Jod (oder auch nur Wasser und Jod im Überschuss) zugesetzt

Digitized by Google

wurde, trat stets die Blaufärbung wieder ein. HAECKEL glaubt, dass auch bei Behandlung lebender gelber Zellen mit Jod eine Blaufärbung der Stärkekörner eintrete, und dass er und MÜLLER dieselbe desshalb übersehen habe, weil die intensive gelbe Farbe des Protoplasmas die Bläuung der Körner verdeckt.

Die späteren Forscher über gelbe Zellen haben die Angaben HAECKEL's über Zahl, Gestalt und Größe der Stärkekörner nicht erweitert. Ihr Hauptaugenmerk war auf die Reaction der Körner gerichtet.

Im Allgemeinen haben zunächst CIENKOWSKI und R. HERTWIG die Jodreaction bei den gelben Zellen der Radiolarien bestätigt, Beide allerdings mit einer gewissen Reserve. Nach CIENKOWSKI (29, p. 380 Anm.) sieht man die meisten in gelben Zellen eingeschlossenen Kügelchen sich blau färben, wenn man zunächst mit Alkohol das gelbe Pigment ausgezogen und dann mehrere Male mit starker Jodtinctur eingewirkt hat. »In Chlorzinkjod trat die Färbung schneller und intensiver auf.«

Eben so wenig wie HAECKEL und CIENKOWSKI hat R. HERTWIG (35, p. 18) lebende Zooxanthellen von Radiolarien der Einwirkung von Jod ausgesetzt. Er überzeugte sich jedoch an in Spiritus und Chromsäure conservirten Exemplaren, dass die Körper bei Jodzusatz eine intensiv blauviolette Farbe annehmen, und fügt hinzu: »Ob die Reaction, so wie die übrigen von HAECKEL angegebenen genügen, die Stärkenatur der Körper zu erweisen, lasse ich unentschieden.«

Alle diese Angaben galten nur für die gelben Zellen von Radiolarien. O. u. R. HERTWIG (48, p. 43) waren dann die Ersten, welche auch bei anderen Thieren, und zwar bei Actinien, die gelben Zellen genauer untersuchten. Von den gelben Zellen der Actinien geben sie bezüglich der Körner nur an: »Es gelang uns nicht, durch Jodzusatz Stärke nachzuweisen, welche in den gelben Zellen der Radiolarien durch HAECKEL gefunden worden ist.«

Auf Grund eigener Untersuchungen über gelbe Zellen von Radiolarien sprach ich (62, p. 398) die Überzeugung aus, dass HAECKEL zu weit gegangen sei, als er die Substanz der Körner ohne Weiteres mit der gewöhnlichen Pflanzenstärke identificirte. Da echtes Amylum doppelbrechend ist, so sah ich zu, ob die Körner der gelben Zellen, welche HAECKEL für echtes Amylum hält, ebenfalls diese Eigenschaft besitzen. Ich konnte mich jedoch weder davon überzeugen, noch von einer deutlichen Violett- oder Blaufärbung bei Behandlung lebender oder frisch zerquetschter gelber Zellen mit reinem Jod. Darauf hin sprach

Digitized by Google

ich die Vermuthung aus, dass die Körner vielleicht aus einer Modification der Stärke bestehen.

Die erste rückhaltlose Bestätigung der Entdeckung von echtem Amylum erfuhr HAECKEL erst durch GEDDES (68, p. 303; 76, p. 382). Bei Radiolarien scheint dieser Forscher die Prüfung auf Stärke nicht vorgenommen zu haben; dagegen hat er bei den gelben Zellen von verschiedenen Coelenteraten (Velella, Actinien, Medusen) eine Blaufärbung der Körner dadurch herbeigeführt, dass er die algenhaltigen Thiergewebe zuerst in Alkohol entfärbte, dann einige Stunden in schwacher Kalilösung macerirte, darauf durch verdünnte Essigsäure wieder neutralisirte und schließlich mit Jodlösung und starker Schwefelsäure versetzte. Wie man sieht, ist das nur eine unnütze Complication des Verfahrens, mit Hilfe dessen von HAECKEL, CIENKOWSKI und HERTWIG Stärke in den gelben Zellen der Radiolarien bereits nachgewiesen ist. Es ist allerdings sehr verdienstlich, dass GEDDES auch bei den gelben Zellen gewisser Coelenteraten die Blaufärbung der Körner durch Jod und Schwefelsäure nachgewiesen hat; doch hat er damit meine bei Radiolarien gemachten Einwände nicht widerlegt. Er hat weder die Blaufärbung der Körner von frischen gelben Zellen durch reines Jod gezeigt, noch die Doppelbrechung der Körner nachgewiesen.

Neuere Untersuchungen an gelben Zellen der verschiedensten Thiergruppen haben sowohl die früher von mir angegebenen Thatsachen, als auch die Annahme, dass die Körner aus einer Modification der Stärke bestehen, bestätigt. Die Untersuchung wurde meist in der Weise ausgeführt, dass die lebend isolirten gelben Zellen zum Theil zerquetscht wurden. In dem herausquellenden Inhalt konnte man dann nicht allein die Bestandtheile der frischen gelben Zellen besser als in intacten Zooxanthellen feststellen, sondern auch mit größerer Sicherheit die Einwirkung von Reagentien beobachten und die Untersuchung über Doppelbrechung anstellen. Die Untersuchungen ergaben, dass in allen gelben Zellen mindestens zwei Sorten von Körnern, die sich chemisch und physikalisch verschieden verhalten, vorkommen, nämlich:

1) Körner, welche eine Vacuole enthalten und desshalb im optischen Querschnitt als Ringe erscheinen. Sie sind niemals doppelbrechend, stets farblos (bis blassbläulich), und werden mit reinem Jod braun bis violett, unter gewissen Umständen aber auch blauviolett gefärbt.

2) Körnchen, welche compact und zum großen Theile doppelbrechend sind, eine unregelmäßige Gestalt besitzen, röthlich bis violett erscheinen und durch Jodbehandlung nicht verändert werden.

Digitized by Google

Was zunächst die mit Jod färbbaren Körner betrifft, die wohl den »Stärkekörnern« der Autoren entsprechen, aber, wie die Eigenschaften zeigen, nicht aus echtem Amylum bestehen, so finden sich dieselben in verschiedener Anzahl in einer gelben Zelle. Die gelben Zellen von Anthozoen (Anthea, Aiptasia, Cladocora, Gorgonia etc.) enthalten fast ausnahmslos nur ein solches hohles Korn (Fig. 1—27), dagegen besitzen diejenigen der Radiolarien und Siphonophoren stets deren mehrere (3, 4 bis 10 oder 12 [Fig. 32—37, 50—59]). Weniger verschieden ist die Größe. Der Durchmesser übertrifft nicht selten den des Zellkernes, ist aber häufig auch geringer. Wichtigere Unterschiede sind in Bezug auf die Dicke der Wandung der Hohlkugeln vorhanden. Bei den Zooxanthellen der Anthozoen (Fig. 10, 23) z. B. ist die Wand stets sehr viel dicker als bei denen der Radiolarien (Fig. 52). Bei den ersteren liegt auch die Vacuole nicht immer central, sondern häufig excentrisch, manchmal ist sie sogar nicht allseitig umschlossen, sondern öffnet sich mehr oder weniger weit nach außen. Das Stärkekorn erscheint alsdann auch wohl wie eine halbe Hohlkugel oder gar nierenförmig. Die Größe der Vacuole ist bei den gelben Zellen eines und desselben Thieres oft erheblich verschieden; bei einigen groß, bei anderen ganz klein, doch selten fehlt sie ganz. Im letzteren Falle stellt das Korn eine Vollkugel dar. Die Gestalt ist allerdings meist kugelförmig; doch kommen auch ellipsoide, langgestreckte, bisquitförmige und unregelmäßige Formen vor.

Der Hohlraum innerhalb der Körner ist gewöhnlich nicht durch Jod färbbar. Nur wenn man sie kurz vor der Untersuchung stark belichtet hat, färbt sich der Vacuoleninhalt violett. Dagegen zeigt die Wand fast stets eine mehr oder weniger deutliche, rothbraune oder violette Färbung schon mit reinem Jod. — Zerquetscht man eine lebende gelbe Zelle von *Anthea*, so sieht man, dass das isolirte hohle Stärkekorn eine blassbläulich erscheinende Wand besitzt. Dasselbe kann man erkennen, wenn man eine solche gelbe Zelle durch Alkohol von ihrem Farbstoff befreit. Behandelt man dann die lebend zerquetschte oder auch die mit Alkohol entfärbte gelbe Zelle mit Jodjodkalium, so tritt alsbald eine röthliche, dann rothviolette und schließlich blauviolette Färbung des hohlen Stärkekornes ein. Kein anderer Inhaltsbestandtheil der Zelle nimmt eine derartige Färbung an (Fig. 3, 7). Hat keine besondere Belichtung vor der Untersuchung stattgefunden, so wird nur die Wand des Stärkekornes, nicht aber die Vacuole desselben gefärbt (Fig. 12). Befand sich die Anthea, deren gelbe Zellen untersucht wurden, längere Zeit in einem mangelhaft belichteten Raum, so wurde

Digitized by Google

bei Jodbehandlung die Wand des Stärkekornes nur rothbraun oder im besten Falle rothviolett, nicht aber blau. Nach intensiver Belichtung dagegen trat alsbald in den lebend zerquetschten gelben Zellen eine rothviolette, dann blauviolette Färbung der Wand und eine eben solche, nur blassere Färbung der Vacuole ein (Fig. 13). Dass bis jetzt noch Niemand eine Blaufärbung der Körner von lebenden gelben Zellen beobachtet hat, liegt also hauptsächlich daran, dass wir keine besondere Belichtung der Reaction vorhergehen ließen. Dagegen hat es nur geringen Einfluss, ob man die Reaction an lebenden und zerquetschten gelben Zellen vornimmt oder an solchen, die mit Alkohol, verdünnter Kalilauge und verdünnter Säure behandelt sind. Bei Gegenwart von Säure ist die Jodwirkung allerdings intensiver; doch erhält man auch dabei nie eine tiefblaue Färbung von gelben Zellen, die nicht kurz vor der Reaction stark belichtet wurden.

Für die Stärkenatur der Hohlkugeln gelber Zellen spricht außer der Jodreaction auch das Verhalten gegen Säuren und Alkalien. Sie werden unter starker Quellung gelöst bei Behandlung mit Kalilauge und verschwinden allmählich bei Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure. Gegen die Identificirung mit echter Pflanzenstärke spricht hauptsächlich der gänzliche Mangel der Doppelbrechung. Ich habe niemals in den gelben Zellen der Protozoen und Coelenteraten eine doppelbrechende Substanz gefunden, welche sich nachher mit Jod violett oder blau färbte. Doppelbrechende Körner kommen allerdings vor, doch sind dieselben in Größe, Form und Verhalten gegen Jod vollkommen verschieden von den Stärkekörnern.

Ähnliche hohle Stärkekörner kommen bekanntlich bei vielen Algen des Meeres und des süßen Wassers, so wie bei einigen höheren Pflanzen vor. Ob auch sie, eben so wie die Stärkekörner der gelben Zellen, stets einfach brechend sind, vermag ich nicht anzugeben. *Ulva* und *Haliseris*, die ich allein näher darauf untersuchte, besitzen hohle Stärkekörner, welche in Größe, Lichtbrechung, Gestalt, Verhalten in polarisirtem Lichte, Färbbarkeit mit Jod und deren Abhängigkeit von voraufgegangener Belichtung genau mit denen der braunen Zooxanthellen von Anthozoen übereinstimmen. In Meeresdiatomeen habe ich solche hohle Stärkekörner bisher noch nicht aufgefunden.

Die doppelbrechenden Körnchen können bei allen gelben Zellen vorkommen, doch richtet sich ihre Zahl, ihre Größe und die Stärke der Doppelbrechung nach der Belichtung, eben so wie bei den hohlen Stärkekörnern die Größe der Vacuole und die Färbbarkeit mit Jod in directer Abhängigkeit von vorhergegangener Belichtung ist.

Digitized by Google

Beide Arten von Körnern, die doppelbrechenden sowohl, als auch die mit Jod färbbaren, sind Assimilationsproducte der gelben Zellen (s. u. p. 268).

So lange die doppelbrechenden Körner sich innerhalb der gelben Zellen befinden, erscheinen sie gewöhnlich intensiv braun oder violett, in isolirtem Zustande aber blass violett oder schwach rothbraun. Sie sind compact, besitzen ein starkes Lichtbrechungsvermögen und werden bei Behandlung mit Jod nicht verändert. Die Doppelbrechung erkennt man, eben so gut wie in lebenden gelben Zellen, auch in Balsampräparaten.

Außer den doppelbrechenden Körnchen kommen auch ähnliche kleine, einfachbrechende Körnchen vor, die sich zum Theil durch ihr Verhalten gegen Jod als Stärkekörner erweisen, z. B. bei Radiolarien (incl. Acanthometriden) und Siphonophoren. In seltenen Fällen konnten außerdem bei Radiolarien und Anthozoen Fettkugeln beobachtet werden, die zuweilen eine sehr beträchtliche Größe (0,003 mm) besaßen und sich in absolutem Alkohol vollkommen auflösten.

4. Specielle Beschreibung der gelben Zellen verschiedener Thiere.

1) Gelbe Zellen von Anthea, Aiptasia, Heliactis, Gorgonia und Cladocora (Fig. 1—19, 21—23, 27—29, 98—107).

Bei den Anthozoen:

Anthea cereus var. *plumosa*,
- - - *smaragdina*,
Aiptasia diaphana Rapp. (A. Chamaeleon Grube), 2 Varietäten,
- *turgida*,
Heliactis bellis (HEIDER's *Sagartia troglodytes*)[1],
Gorgonia verrucosa und
Cladocora caespitosa

finden sich in den Entodermzellen Zooxanthellen, welche im Wesentlichen übereinstimmen.

Die gelben Zellen der genannten sechs Anthozoen-Species besitzen zwar einen braungelben Farbstoff, erscheinen aber schmutzig braun, weil gewöhnlich violettbraune, sehr feine Körnchen in großer Menge

[1] GEDDES spricht einmal von *Helianthus* troglodytes (76, p. 384). Wahrscheinlich meint er *Heliactis*, wenigstens giebt es keine Actinie, die den Namen Helianthus führte.

Digitized by Google

vorhanden sind. Der Farbstoff findet sich meist in Form von braungelben Stücken, die der Membran dicht anliegen und sich oft nach dem fast farblosen Centrum ziemlich scharf absetzen. Manchmal kommen aber auch Zellen vor, bei welchen der Farbstoff die ganze Zelle gleichmäßig zu erfüllen scheint. Endlich begegnet man auch Zwischenstufen dieser beiden Extreme, bei denen das Pigment hauptsächlich auf die Peripherie beschränkt ist, aber nicht, wie im ersten Falle, in Form von einzelnen Stücken oder Platten sich findet.

Die Form der Zellen ist fast immer kuglig, seltener abgerundet eckig. Nur in vereinzelten Fällen bemerkte ich, und zwar bei Aiptasia diaphana, eiförmige gelbe Zellen (Fig. 19), die in Größe und Gestalt, in der Anordnung des Farbstoffes zu wandständigen Platten, so wie im Besitze von zahlreichen violetten Körnchen genau mit gewissen Algenschwärmern (Fig. 20) übereinstimmten, welche im »Auftrieb« sehr häufig vorkommen. Die Größe der Zellen ist geringer als bei denen der meisten übrigen Thiere. Der Durchmesser beträgt nämlich nur 0,006—0,01 mm.

Ein Zellkern ließ sich bei Anthea und bei Aiptasia durch auf einander folgende Behandlung mit Chromsäure, Magdala und Alkohol, resp. von Pikrinschwefelsäure, Spiritus, Kleinenberg's Hämatoxylin und Alkohol, in Balsampräparaten sicher nachweisen. Er liegt gewöhnlich excentrisch, zuweilen sogar dicht an der Zellmembran und stellt eine vollkommen homogene Kugel dar (Fig. 28, 29).

Außerdem befindet sich in den Zellen stets ein großes hohles Stärkekorn (Durchmesser 0,002—0,005 mm). Die Vacuole desselben ist oft nur klein (Fig. 11—13, 23). Durch die bedeutende Dicke der Wandung lassen sie sich leicht von den sehr dünnwandigen Hohlkugeln der Zooxanthellen von Collozoen unterscheiden. Die Form ist sehr verschieden. Wie bereits im allgemeinen Theil hervorgehoben ist, werden diese Stärkekörner durch Jodjodkalium zunächst gelb, dann braunviolett und schließlich violettblau gefärbt; dagegen sind sie niemals doppelbrechend.

Endlich enthalten die gelben Zellen der Anthozoen eben so wie alle später zu beschreibenden gelben Zellen, stark lichtbrechende Körnchen, die gewöhnlich feiner sind als bei anderen gelben Zellen, in großer Anzahl vorkommen und innerhalb der gelben Zellen bräunlich bis bräunlichviolett, in isolirtem Zustande aber blassviolett erscheinen. Bei Anwendung des Polarisationsapparates zeigt sich, dass stets einige dieser violetten Körnchen doppelbrechend sind (Fig. 98—107).

Digitized by Google

2) Gelbe Zellen von Ceriactis (Fig. 27—29, 108).

Die im Entoderm von *Ceriactis aurantiaca* vorkommenden Zooxanthellen sind denjenigen der sechs anderen Anthozoen-Species sehr ähnlich. Sie besitzen wie diese nur eine einzige dickwandige Hohlkugel aus stärkeartiger Substanz und enthalten violette Körner, die wie bei den gelben Zellen der anderen Anthozoen doppelbrechend sind (Fig. 108). Dagegen unterscheiden sie sich durch etwas bedeutendere Größe (Durchmesser 0,009—0,015, meist 0,011—0,012 mm), so wie in der Färbung und in der Größe der violetten, doppelbrechenden Körner. Während nämlich bei den oben aufgeführten Anthozoen die gelben Zellen zahlreiche, sehr feine Körnchen enthalten, die stark vertheilt sind und den Inhalt trübe erscheinen lassen, finden sich in den gelben Zellen von Ceriactis wenige größere Körner und oft auch eine Anzahl feiner Körnchen, die aber nicht vertheilt, sondern zum Klumpen zusammengeballt sind. Daher erscheinen die gelben Zellen von Ceriactis nicht trübe, wie die der Antheen, Aiptasien etc., sondern klar und ziemlich durchsichtig. Der Zellkern lässt sich schwerer als bei Anthea und Aiptasia deutlich machen. In vielen Fällen sieht man ihn nach Behandlung mit Chromsäure und Hämatoxylin ganz deutlich (Fig. 30, 31), oft aber wird er durch die glänzenden, ungefärbten Körner mehr oder weniger verdeckt.

3) Gelbe Zellen von Cassiopeia borbonica (Fig. 24—26, 110).

Die gelben Zellen finden sich zu Tausenden in jeder der braunen Saugkrausen von *Cassiopeia*, gewöhnlich in Klumpen von 10—30 zusammen. Der gelbbraune Farbstoff ist oft auf wandständige Platten beschränkt, ähnlich wie bei den bisher geschilderten Formen von gelben Zellen. In der Größe so wie in der Färbung entsprechen die Cassiopeia-Zooxanthellen denjenigen von Anthea etc., dagegen nähern sie sich den gelben Zellen von Ceriactis dadurch, dass sie nicht trübe, sondern klar gefärbt sind und statt vieler feiner Körnchen einige ziemlich große Körner besitzen. Bei belichteten gelben Zellen finden sich sehr viele doppelbrechende Körnchen, bei unbelichteten dagegen nur ganz vereinzelte und nicht einmal in allen Zellen. Der Durchmesser der gelben Zellen beträgt 0,007—0,01 mm.

Rhizostoma Cuvieri enthält, wenn überhaupt, nur wenige gelbe Zellen. Ich fand dieselben auch nicht in den Saugkrausen, sondern nur in den Mundarmen. In einigen Fällen waren sie grünlichgelb, in anderen

Digitized by Google

schmutzig gelbbraun. Gewöhnlich erscheinen sie ziemlich trübe und undurchsichtig wegen des Vorhandenseins zahlloser feiner Körnchen. Da sie nur ein großes Stärkekorn besitzen, wie die bisher aufgeführten gelben Zellen, so schließen sie sich passend hier an.

4) Gelbe Zellen von Vorticella n. sp. (Fig. 35, 48, 49).

Auf dem Hydroidpolypen *Aglaophenia* kommt eine noch nicht beschriebene Art von *Vorticella*[1] vor, welche häufig gelbe Zellen enthält. Sonderbarerweise sind gerade diejenigen Exemplare der Vorticella, welche gelbe Zellen enthalten, nie ganz ausgestreckt. Das Peristom ist bei allen mehr oder weniger eingezogen (Fig. 48, 49), während die algenfreien Exemplare gewöhnlich in viel regerem Verkehr mit der Umgebung stehen. Die Zahl der gelben Zellen in einer Vorticelle ist verschieden. Gewöhnlich fand ich 6—8 in jedem Glockenthierchen, zuweilen weniger, selten mehr (bis 12).

Die Vorticella-Zooxanthellen sind keineswegs immer kuglig, sondern oft abgeplattet und unregelmäßig. Ihre Membran ist nicht selten etwas faltig. Die Farbe ist gelb bis gelbbraun. Der Durchmesser beträgt 0,008—0,01 mm. In Bezug auf das Vorkommen violetter Körner stimmen diese gelben Zellen mit denen von Ceriactis, den Siphonophoren und Radiolarien ganz überein. Die Anzahl der hohlen Stärkekörner ist bei den einzelnen gelben Zellen ziemlich verschieden. Mindestens ist ein großes Stärkekorn vorhanden, oft aber auch zwei, drei und mehr. Hierin stimmen diese gelben Zellen wesentlich mit den gelben Zellen der Siphonophoren und Radiolarien überein und unterscheiden sich nicht unerheblich von den mehr bräunlichen Zooxanthellen der Anthozoen.

Nach Hamann (75) sollen auch in *Aglaophenia* selbst gelbe Zellen vorkommen, doch habe ich diese Angabe bisher noch nicht bestätigen können.

5) Gelbe Zellen von Velella und Porpita (Fig. 32—34, 109).

Bei Velella finden sich die gelben Zellen, wie überhaupt bei Coelenteraten, nur im Entoderm. Die medusoiden Knospen enthalten gewöhnlich sehr viele dicht an einander gedrängte gelbe Zellen, die polypoiden Sprösslinge dagegen scheinen stets frei davon zu sein.

Die dotter- bis bräunlich- oder grüngelbe Farbe ist größtentheils

[1] Herr Dr. Imhof wird diese Vorticella näher beschreiben und benennen.

Digitized by Google

auf die Peripherie beschränkt. Der Durchmesser der Zellen beträgt 0,007—0,014, meist 0,009—0,01 mm. Stark ausgehöhlte, dünnwandige Stärkekugeln sind bis zu 8, gewöhnlich 3—4, vorhanden. Von den übrigen Körnern haben einige blassviolette oder deutlich rothviolette Granula zuweilen fast den Durchmesser der Stärkekugeln. Außer violetten Körnern kommen auch farblose vor. Wenn Velella längere Zeit diffusem Tageslicht ausgesetzt gewesen ist, so finden sich gar keine doppelbrechenden Körner in den gelben Zellen. Nur nach directer Einwirkung des Sonnenlichtes treten sehr feine doppelbrechende Körnchen im peripherischen Theile der Zellen auf.

Haeckel (15, p. 138) hat bereits darauf aufmerksam gemacht, dass zwischen den gelben Zellen der Velellen und denjenigen der Radiolarien eine überraschende Ähnlichkeit bestehe. In der That unterscheiden sie sich von diesen auch nur in geringfügigen Punkten, nämlich durch geringere Größe und ihre häufig unregelmäßige Gestalt; im Wesentlichen aber stimmen sie mit ihnen überein.

In manchen Fällen kommen in Velellen außer den stets vorhandenen gelben Zooxanthellen auch sehr viel kleinere rothbraun gefärbte Algen (Fig. 34) vor, die sich außer durch die Farbe auch noch in Bezug auf Größe und Inhalt von den ersteren unterscheiden. Die braunen Algen entsprechen nämlich vollkommen denen der Antheen etc.; sie haben wie diese einen Durchmesser von 0,006—0,007 mm und besitzen nur ein großes hohles Stärkekorn mit verhältnismäßig sehr dicker Wandung. Übergänge zwischen den beiden leicht unterscheidbaren Sorten von Zooxanthellen der Velella fehlten vollkommen. Hieraus folgt erstens, dass die Verschiedenheiten der gelben Zellen nicht durch den Aufenthaltsort, durch die Verschiedenheit der Bedingungen, welche sie in ihren verschiedenen Wirthtieren finden, hervorgerufen werden, und zweitens, dass in einem und demselben Thiere, ja in derselben Zelle eines Thieres, mehrere Arten von Algen neben einander vorkommen können. Ähnliches hat bereits F. E. Schulze (45) bei Schwämmen gefunden. Er entdeckte in Spongelia pallescens zwei verschiedene Algen, eine Phycochromacee und eine Floridee (s. unten p. 227).

6) Gelbe Zellen der Radiolarien mit Ausnahme der Acanthometriden (Fig. 46, 47, 50—59).

Die gelben Zellen der Radiolarien mit Ausnahme der Acanthometriden kommen nur in der Gallerte und der extracapsulären Sarkode vor und scheinen bis auf gewisse Größenverschiedenheiten sich einander

Digitized by Google

sehr ähnlich zu sein. Zwischen den gelben Zellen der *Thalassicollen* und denen der verschiedenen *Sphaerozoiden* ließen sich gar keine nennenswerthen Verschiedenheiten auffinden, so dass sie gemeinschaftlich besprochen werden können. Die gelben Zellen dieser Radiolarien sind gewöhnlich goldgelb mit einem Stich ins Grünliche oder Braune, niemals aber besitzen sie die rothbraune Farbe der Zooxanthellen von Actinien. Die Farbe ist gewöhnlich auf den peripherischen Theil der Zellen beschränkt, doch ist sie seltener als bei Actinien von dem centralen farblosen Theil scharf abgesetzt. Der homogene Zellkern ist nach Abtödtung mit Alkohol, Chromsäure, Sublimat oder Pikrinsäure leicht durch Kernfärbungsmittel (BEALE's Carmin, Hämatoxylin, Magdala) deutlich zu machen. Er ist nicht immer kuglig, sondern oft mit kleinen spitzen Fortsätzen versehen (Fig. 57—59). Die Stärkekörner, deren sich pro Zelle gewöhnlich 4—6 oder mehr (bis 12) finden, stellen sehr dünnwandige Hohlkugeln dar (Fig. 52 u. a.). Die Wand ist nur selten vollständig, so dass das Korn im optischen Querschnitt wie ein mehrfach unterbrochener dünner Ring aussieht. Die Körnchen neben den hohlen Stärkekörnern erscheinen, wie bei anderen gelben Zellen, zum großen Theil violett. Ganz feine doppelbrechende Körnchen finden sich nur nach starker Belichtung. In dieser Hinsicht stimmen die gelben Zellen der Radiolarien ganz mit den überhaupt sehr ähnlichen der Velellen überein und weichen von denjenigen der Anthozoen erheblich ab.

Die gelben Zellen der übrigen Radiolarienfamilien, abgesehen von den Acanthometriden, habe ich nicht näher untersucht. Nach HAECKEL's Angaben (15, p. 85) stimmen sie mit den gelben Zellen der Colliden und Sphaerozoiden bis auf die Größe überein. Während bei den letztgenannten Familien die Zooxanthellen einen Durchmesser von 0,015—0,025 mm erreichen, finden sich bei *Cladococciden* und *Spongosphaeriden* gelbe Zellen von 0,008 mm. bei den meisten *Ethmosphaeriden* und *Ommatiden* von 0,005—0,01 mm Durchmesser. Bei den *Cyrtiden* ist die Größe der gelben Zellen verschieden; entweder sind sie sehr klein (Eucecyrphalus und Arachnocorys) oder sehr groß (Eucyrtidium, Dictyopodium).

Echte gelbe Zellen vermisste HERTWIG (44, p. 119) bei *Heliosphaera*, *Arachnosphaera* und *Thalassolampe*. Bei mehreren Arten dieser Gattungen fand er jedoch gelbe, unregelmäßig contourirte Körper vor, die er für Pigmentkörner ansieht. Außerdem hat HERTWIG nie bei *Disciden* gelbe Zellen gesehen.

Digitized by Google

7) Gelbe Zellen von Zoobothrium pellucidum.

Die gelben Zellen, welche ich bei *Zoobothrium pellucidum* in der Magenwand und der Endocyste fand, entsprechen in Farbe, Vertheilung des Inhaltes etc. vollkommen denen der Radiolarien. Sie sind gelb mit einem Stich ins Grünliche und besitzen einen Durchmesser von 0,018 mm.

8) Gelbe Zellen von Globigerina echinoides (Fig. 36, 37).

In allen Exemplaren der pelagisch lebenden Foraminifere *Globigerina echinoides* fand ich zahllose, meist ovale gelbe Zellen. Sie waren goldgelb, besaßen mehrere hohle, sehr dünnwandige Stärkekörner und enthielten außerdem feine, violett erscheinende Körnchen. Sie stimmten ganz mit den gelben Zellen der Radiolarien überein, nur besaßen sie eine geringere Größe als diese (0,006—0,01 mm). Wahrscheinlich sind sie identisch mit den kleinen gelben Zellen, welche HAECKEL in den Radiolarienfamilien der Ethmosphaeriden und Ommatiden beobachtet hat.

M. SCHULTZE (9) und CARPENTER (10) fanden in *Rotalien* bezw. *Orbitolites* rundliche Körper, die nach der Beschreibung, in Bezug auf Form, Größe und Inhalt, namentlich aber nach den Abbildungen, welche CARPENTER (Taf. IV Fig. 11) giebt, gelbe Zellen zu sein scheinen. MOSELEY (50) hat bereits gezeigt, dass diese Körper nicht mit SCHULTZE und CARPENTER für Fortpflanzungskörper zu halten sind, sondern als eingedrungene einzellige Algen, die mit den gelben Zellen der Radiolarien übereinstimmen, aufgefasst werden müssen. CARPENTER glaubte, dass man die Körper nicht als pflanzliche Organismen auffassen darf, weil sie viel zu groß sind, um die Marginalporen passiren zu können. Diese Beobachtung spricht sehr dafür, dass die gelben Zellen als sehr kleine Körperchen einwandern und sich erst im Thierleibe zu der gewöhnlichen Größe entwickeln. In ähnlichem Sinne ist die zuerst von HAECKEL (15, p. 85) gemachte Angabe, dass bei Collosphaera sich große gelbe Zellen innerhalb einer Gitterschale mit oft sehr kleinen Öffnungen befinden, zu verwerthen.

Die von mir bei Globigerina echinoides als gelbe Zellen erkannten ovalen Körper sind schon von STUART (18) und HAECKEL gesehen und von ersterem als »Kerne«, von letzterem als »Pigmentkörper« gedeutet worden. In seiner »neuen Radiolarie« *Coscinosphaera ciliosa*, die, wie

Digitized by Google

Haeckel (26, p. 534 Anm.) bereits hervorgehoben hat[1], mit der längst bekannten Foraminifere Globigerina echinoides identisch ist, fand Stuart gelbe ovale Körper, welche er als Kerne auffasst. Sie bestehen aus einer compacten Masse, welche verschieden große Körnchen enthält und von einem sehr dünnen durchsichtigen Häutchen umgeben ist.

9) Gelbe Zellen von Hircinia variabilis (Fig. 42—45) und Reniera cratera. Nebst einem Anhange über das Vorkommen von Algen und Stärke in Schwämmen.

F. E. Schulze (46) entdeckte in der Rindenschicht mancher Exemplare von *Hircinia variabilis* große Mengen von glatten kugligen Körpern. Dieselben besaßen einen Durchmesser von 0,006—0,01 mm, waren von violettbrauner Färbung und ließen deutlich eine äußere durchsichtige Membran und eine von zahlreichen Körnchen durchsetzte Inhaltsmasse unterscheiden. Bowerbank, O. Schmidt und Kölliker hatten diese Körper schon bemerkt und als Keimkörner der räthselhaften Filamente von Hircinia gedeutet. Schulze dagegen hält die Gebilde für einzellige Algen, und zwar um so mehr, als er zahlreiche Theilungsstadien beobachten konnte. Er fand nämlich außer kugligen auch längliche Formen, die zum Theil eine ringförmige Einschnürung und deutliche Septenbildung zeigten. Die Algen kamen nur bis zu 2 mm Tiefe in der Rindenschicht des Schwammes vor.

Die beiden Exemplare von Hircinia variabilis, die ich selbst untersuchte, enthielten Körper, auf welche die Beschreibung von Schulze ganz gut passte, nur nicht in Bezug auf die Farbe. Die von mir beobachteten Algen waren fast reingelb mit wenig Braun und stimmten in sämmtlichen Eigenschaften mit den gelben Zellen überein. Da bei den gelben Zellen die Färbung nicht immer die gleiche ist und auch violettbraune Zooxanthellen vorkommen, so glaube ich, dass auch F. E. Schulze »gelbe Zellen« vor sich gehabt hat. Die von mir beobachteten gelben Zellen der Hircinia (Fig. 42—45) besaßen einen Durchmesser von 0,005—0,01 mm und zeigten eine deutliche Membran. Der Farbstoff war in großen gelben Zellen in Form wandständiger Platten vorhanden, bei den kleinen mehr diffus. Die gelben Zellen enthalten größere unregelmäßige und außerdem ganz feine Körner, welche, wie bei anderen gelben Zellen, violett bis bräunlich erscheinen. In einigen gelben Zellen waren einige kleine Körnchen doppelbrechend. Außerdem war meist

[1] Auch R. Greeff (22) hatte schon bemerkt, dass Coscinosphaera eher eine Foraminifere als ein Radiolar sei.

Digitized by Google

ein hohles Stärkekorn vorhanden, das im Leben schwer, nach Behandlung mit Alkohol oder verdünnter Chromsäure aber leicht und deutlich zu erkennen ist (Fig. 44). Die Hohlkugeln sind gewöhnlich sehr dünnwandig und färben sich bei Behandlung mit Jodjodkalium deutlich violett. Dabei tritt zugleich auch eine Violettfärbung von mehreren der großen Körner auf, besonders wenn man die gelben Zellen kurz vor der Reaction der Einwirkung directen Sonnenlichtes ausgesetzt hat. Die Färbung verschwand bei Zusatz von Alkali und trat wieder auf, wenn man durch Säurezusatz das Alkali beseitigte und neue Jodlösung zuführte. In mehreren gelben Zellen konnte endlich durch Hämatoxylinbehandlung ein homogener Kern nachgewiesen werden.

Die gelben Zellen überleben die Hircinien. Man findet auch in vollkommen abgestorbenen Hircinien noch lebende gelbe Zellen und kann bei Objectträgerculturen isolirter gelber Zellen sich noch nach zwei Wochen (länger habe ich den Versuch nicht ausgedehnt) davon überzeugen, dass sie sowohl an Zahl bedeutend zugenommen haben als auch assimilationsfähig sind. Behandelt man, um das letztere festzustellen, einen Theil dieser cultivirten gelben Zellen nach kurzer Einwirkung directen Sonnenlichtes mit Jodjodkalium, so tritt eine intensivere und reichlichere Violettfärbung ein, als bei den anderen gelben Zellen, die in diffusem Tageslicht geblieben sind.

Ganz ähnliche gelbe Zellen wie bei Hircinia variabilis fand ich auch in einer lebenden *Reniera cratera*. Die gelben Zellen waren in diesem Schwamm weniger zahlreich, lagen meist klumpenweise beisammen und besaßen zum Theil eine sehr dichte, farblose Hülle. Wahrscheinlich kommt also die von Cienkowski und mir bei isolirten gelben Zellen von Radiolarien beobachtete starke Quellung der Cellulosemembran (Palmella-Zustand) auch zuweilen innerhalb lebender Thiere vor. Außerdem sah ich unter den gelben Zellen dieser Reniera auch eine, die in Form und Inhalt mit freien Algenschwärmern und den bei Aiptasia beobachteten ellipsoiden gelben Zellen übereinstimmten. Sie besaß wie diese eine länglich eiförmige Gestalt, hatte an einem Ende eine leichte Einkerbung und enthielt wandständige Farbstoffplatten und röthliche, glänzende Körner[1].

Bei keiner Gruppe von Thieren sind so frühzeitig wie bei den Schwämmen Algen entdeckt und in keiner anderen Thiergruppe ist bis jetzt eine so überraschende Mannigfaltigkeit der Algenformen nachgewiesen worden. Während bisher bei anderen Thieren nur grüne und

[1] Während des Druckes der Arbeit fand ich noch in einer *Myxilla* violettbraune Algen. In einem Nachtrage wird das Nähere darüber mitgetheilt werden.

Digitized by Google

gelbbraune Algen gefunden sind, kommen bei den Schwämmen außer diesen noch blaugrüne und rothe Algen vor. Die zerstreuten und bisher noch nicht zusammengestellten Einzelangaben über das Vorkommen von Algen und von Stärke bei Schwämmen habe ich mit gütiger Unterstützung des Herrn Dr. Vosmaer gesammelt und für die nachstehende Übersicht verwerthet.

Schon im Jahre 1824 schrieb Bory de St. Vincent (1) die verschiedene Färbung der *Spongillen* der Gegenwart einer Alge zu, die er *Anabaina impalpabilis* nennt. Dies ist zugleich, so weit ich bis jetzt in Erfahrung bringen konnte, die erste Angabe über das Vorkommen von Algen in Thieren. Wie Johnston angiebt, sagt Bory de St. Vincent, dessen Arbeit mir nicht zugänglich gewesen ist, von seiner Anabaina: »S'introduit dans l'Eponge d'eau douce, et lui donne dans certains endroits cette couleur verte, qu'elle n'a point, quand l'Anabaine ne croit pas dans son voisinage.«

Darauf bemühte sich Hogg (2), die Übereinstimmung des grünen Farbstoffes von Spongilla mit dem Chlorophyll der Pflanzen zu beweisen. So stellte er z. B. experimentell fest, dass die Intensität der grünen Farbe abhängig davon sei, ob die Spongillen mehr oder weniger direct dem Licht ausgesetzt werden. Ein Süßwasserschwamm, der einen Stein allseitig überzog, wurde allmählich immer blasser auf der vom Lichte abgewendeten Seite. Wenn dann der Stein umgekehrt wurde, ergrünte binnen 20 Tagen die blasse bisherige Unterseite, während die grüne Seite, die nun vom Lichte abgewendet war, immer mehr sich entfärbte. Die grüne Farbe selbst ist, wie Hogg weiter fand, dem Aussehen nach und in ihrem Verhalten gegen starke Säuren ganz übereinstimmend mit der von Pflanzen. Dazu kommt endlich noch die Thatsache, dass zahlreiche Gasblasen (höchst wahrscheinlich Sauerstoff) von der lebenden Spongilla aufsteigen, wenn man sie grellem Sonnenlicht aussetzt. Die Spongillen verhalten sich in dieser Hinsicht genau eben so wie untergetauchte Pflanzenblätter unter den gleichen Umständen. Aus allen diesen Beobachtungen schließt Hogg, dass die Spongillen näher den Pflanzen stehen, besonders den Algen, als irgend welche Thiere. Bei Hydra viridis und bei Actinien soll es nach seinen Untersuchungen keinen Unterschied ausmachen, ob sie dem Lichte ausgesetzt sind oder im Dunkeln leben; ihre Färbung werde nicht im geringsten durch den Aufenthaltsort beeinflusst. Diese letztere Beobachtung ist aber entschieden unrichtig. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass der Farbstoff der grünen Hydra so wie vieler Actinien eben so gut lebendes Chlorophyll ist, wie der von Spongilla fluviatilis.

Digitized by Google

Ferner hat Hogg allerdings nach besten Kräften den Einwand auszuschließen gesucht, dass die grüne Farbe der Spongillen durch eingedrungene Algen hervorgerufen sei, indem er die Schwämme in frisches Brunnenwasser setzte, das »frei von Algen« war und täglich zwei- bis dreimal gewechselt wurde; bei der Wichtigkeit der Frage waren aber seine Versuche keineswegs ausreichend.

N. Lieberkühn (13) entdeckte darauf in verschiedenen Schwämmen zwei neue Florideen, die N. Pringsheim als *Callithamnia* und *Polysiphonia* bestimmte. Die erstere fand er in »einer dritten Art der Hornschwämme«, die letztere in *Halichondria aspera*. Beide Algen fanden sich in oder an der Hornsubstanz und zeigten in ihrem Verhalten der Hornsubstanz gegenüber einen merkwürdigen Unterschied. Die Verzweigungsart der Polysiphonia ist nämlich ganz abweichend von der Verästelungsweise der Hornsubstanz und ist innerhalb der Halichondria unverändert, so dass die Hornsubstanz das Charakteristische ihrer Verzweigung verliert und sich nach der Alge richtet. Bei dem andern Schwamm constatirte er das umgekehrte Verhältnis. Hier hatte die Alge (Callithamnia) ihre eigene Verzweigungsweise vollkommen aufgegeben und die der Hornfasern angenommen.

Selenka (19) giebt dann von *Spongelia horrens* an, dass sie Fremdkörper enthält, die er für Pflanzenzellen hält. »Es sind dieses rundliche, in den Hornfasern liegende, dick- oder dünnwandige Kapseln, die im Innern eine Anzahl 0,008 mm großer Zellen bergen. Bei Compression platzen die Kapseln, und es treten aus der zerrissenen Hornfaser die einzelnen Zellen nebst Fetzen einer feinen Membran heraus.« Über die Farbe der Zellen giebt Selenka nichts an, und aus der Beschreibung wie aus den Abbildungen ist nicht zu ersehen, warum er die Körper für Pflanzen hält.

Eben so wenig giebt C. F. Noll (23) an, weshalb er die grünen Körper der *Spongilla* als Algen bezeichnet.

In einer Arbeit über die Schmarotzer der Schwämme erwähnt Carter (41) das Vorkommen von fünf verschiedenen Algen in Spongien und bezeichnet zwei derselben im Gegensatz zu Lieberkühn als echte Parasiten. In *Reniera fibulata* fand er *Thamnoclonium flabelliforme*, in *Spongia otahetica* eine Species von *Scytonema*. Von beiden Algen giebt er an, dass sie die Spicula (und bei der Spongie auch die hornigen Theile) überziehen, allmählich verzehren und sich schließlich vollkommen an ihre Stelle setzen. Nach seiner Schilderung ist das Verhältnis zwischen der Hornsubstanz und der parasitischen Alge umgekehrt als es von Lieberkühn aufgefasst wurde. Außerdem fand er in einer

Digitized by Google

Suberites schön-kobaltblaue Fäden einer Oscillatorie, die er *Hypheotrix coerulea* nennt. Ferner schmarotzt nach seinen Untersuchungen auch in *Halichondria plumosa* eine rothe Alge, die mit Hypoglossum Woodwardii und mit Hildenbrandtia sanguinea Ähnlichkeit besitzt, bisher aber noch unbeschrieben ist. Endlich fand er noch eine fünfte Alge, *Palmella spongiarum*, in *Halichondria panicea*, in *Cliona celata* und später (47) auch in *Amorphina stellifera*.

Kurze Zeit darauf entdeckte F. E. SCHULZE (45) zwei parasitäre Algen im Körper von *Spongelia pallescens*: eine verzweigte rosenrothe Floridee, die im und am Hornskelet vegetirt, und eine Phycochromacee. P. MAGNUS bestimmte die erstere Alge, die nach SCHULZE auch in *Aplysilla sulfurea* vorkommt, als *Callithamnion membranaceum* und nennt die letztere *Oscillaria Spongeliae*. Wie schon oben ausgeführt wurde, fand SCHULZE (46) in *Hircinia variabilis* noch eine braune Alge, die nach meinen Untersuchungen zu den *Zooxanthellen* gehört.

MARSHALL (60) fand ein Jahr später in *Psammoclema ramosum* eine Fadenalge, die der von SCHULZE entdeckten *Oscillaria Spongeliae* sehr ähnlich war.

Endlich gab ich (65, 72) den bei *Spongilla* vorkommenden grünen Algen den Namen *Zoochlorella parasitica*.

Durch die mitgetheilten Untersuchungen ist festgestellt worden, dass 10 Vertreter von verschiedenen Algengruppen in Schwämmen vorkommen, nämlich:

1. Chlorophyceen.

Palmella spongiarum.
Zoochlorella parasitica.

2. Cyanophyceen.

Oscillaria Spongeliae.
Scytonema.
Hypheotrix coerulea.
(Anabaina-Zoochlorella?)

3. Florideen.

Rothe parasitische Alge (CARTER).
Polysiphonia.
Callithamnium membranaceum.
Thamnoclonium flabelliforme.

4. Braune Algen — Dictyotaceen?

Zooxanthella.

Von CARTER und O. SCHMIDT sind außerdem noch andere Fäden und Körner von Spongien als Algen gedeutet worden, wie es scheint

Digitized by Google

aber mit Unrecht. CARTER schlug 1871 den Namen *Spongiophaga communis*[1] für eine »Oscillatorie« vor, die sich in Schwämmen findet. Später (41) hielt er Spongiophaga für eine Saprolegniacee, also einen Pilz. Außerdem sind von O. SCHMIDT[2] grünlichgelbe oder gelbliche Körper, welche oft in den Hornfasern und der weichen Außenschicht von Ceraospongien vorkommen, als Algen gedeutet worden. Fasern, die von solchen Körpern befallen sind, verlieren ihre Elasticität und werden bröcklig und mürbe. Die gelben Körper erscheinen entweder homogen oder sind mit einem Kern versehen. Nach den Abbildungen von Fasern der Spongia adriatica (Euspongia officinalis) und Hircinia hebes sind die Körper von eiförmiger Gestalt. SCHULZE[3] hat sich zunächst bei den gelben Körpern von Euspongia officinalis var. adriatica von dem Vorhandensein eines Kernes im Innern der Körperchen nicht überzeugen können und hält auch die Algennatur derselben für wenig wahrscheinlich. Später (46) untersuchte er auch die gelben Körper, welche bei Hircinia variabilis in der Rinde der Hornfasern und der räthselhaften geknöpften Filamente vorkommen. Sie sind »unregelmäßig rundlich, stark lichtbrechend, hyalin und ganz structurlos«. Zuweilen fand er »sämmtliche Körnchen (statt wie gewöhnlich rostgelb) intensiv blauschwarz gefärbt. Es war dies im Innern stark gefaulter, nach Schwefelwasserstoff riechender Hircinien der Fall«. SCHULZE vermuthet, »dass diese Schwärzung von Schwefeleisen herrührt, da bei der Analyse von körnerreichen Filamenten sich ein nicht unerheblicher Eisengehalt derselben herausgestellt hat«, und hält desshalb die vermeintlichen Algen für unorganisirte Substanz, die durch Ausscheidung oder Zersetzung gebildet ist.

Eben so wie über das Vorkommen von Algen in Schwämmen liegen auch zahlreiche Mittheilungen über das Vorhandensein von Stärke in diesen Thieren vor. Der erste Forscher, welcher Stärke bei Schwämmen fand, war CARTER (12). Nach seinen Untersuchungen enthalten die Eier von *Spongilla* zwischen lichtbrechenden Körnern Amylumkörner. Dieselben sehen aus wie die Stärke von Weizen, lassen eine con-

---

[1] Angaben über Spongiophaga finden sich in den Arbeiten von CARTER: Ann. Mag. Nat. Hist. 1871, VIII, p. 330; 1873, XII, p. 17; 1878, II, p. 165; 1881, VII, p. 361; 1881, VIII, p. 222 u. p. 354; 1882, IX, p. 266, 346, 390; so wie von DUNCAN: Ann. Mag. Nat. Hist. 1881, VIII, p. 120.

[2] O. SCHMIDT, Supplem. d. Spongien des Adriat. Meeres. Leipzig 1864, p. 8, 9, Taf. II Fig. 12—14.

[3] F. E. SCHULZE, Unters. üb. d. Bau u. d. Entwickl. d. Spong. VII. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1879, Bd. 32, p. 639.

Digitized by Google

centrische Schichtung erkennen und besitzen eine annähernd elliptische, zusammengedrückte Gestalt. (Ganz eben solche Körper fand er in den Wintereiern einer Bryozoe, Lophopus.) Der Auffassung CARTER's trat LIEBERKÜHN (16) entgegen, der sich bei Spongilla nicht davon überzeugen konnte, dass die vermeintlichen Stärkekörner mit Jod blau gefärbt werden, und bei Anwendung von Säuren die Körner ihre scharfen Contouren einbüßen sah. Darauf theilte CARTER (20) mit, dass er bei Jodbehandlung viele unzweifelhafte Stärkekörner in der Rinde von *Geodia* (Cydonium) *arabica* fand, bei der nahe verwandten *Pachymatisma Johnstonia* dagegen niemals. Bei *Tethya arabica* konnte er bei Anwendung von Jod »in gewissen kleinen Zellen« schwache Spuren von Stärke nachweisen. Die ersten genaueren Angaben über das Vorkommen von Stärke lieferte vor wenigen Jahren KELLER (42). Es gelang ihm Amylum nachzuweisen in *Spongilla lacustris*, *Reniera litoralis*, *Myxilla fasciculata*, *Geodia gigas*, *Tethya lyncurium*, *Suberites massa* und *Suberites flavus*. Dagegen vermisste er die Stärke vollkommen bei Calcispongien, Halisarca und Gummischwämmen. Für *Spongilla* wurden CARTER's [1] und KELLER's Angaben von mir (72) und RAY LANKESTER (73) bestätigt. Endlich fand ich noch in neuester Zeit an Spiritusmaterial, das mir Dr. VOSMAER freundlichst zur Verfügung stellte, bei *Geodia gigas* und bei *Suberites massa* Stärke, nicht aber bei *Suberites flavus*.

Die nachstehende Übersicht [2] zeigt, dass ein gewisses Verhältnis zwischen dem Vorhandensein von Stärke und dem Vorkommen von Algen in Schwämmen besteht:

---

[1] Später erwähnte CARTER (Ann. Mag. Nat. Hist. 4. S. Vol. 16. 1875, p. 38) noch einmal, dass Spongilla gewöhnlich Stärke enthalte.

[2] In der dritten Spalte bedeutet: + Stärke ist nachgewiesen, — Stärke fehlt, 0 es liegen keine Angaben vor.

Digitized by Google

Schwämme[1]	Algen	Stärke	
1. Ordn. **Fibrospongiae.**			
1. Unterordn. *Myxospongia.*	0		
Halisarca		—	Keller 1878.
2. Unterordn. *Ceraospongia.*			
1. Fam. Spongidae			
In einem nicht benannten Hornschwamm	Callithamnia sp.		Lieberkühn 1859.
Spongelia pallescens O. S.	Callithamnion membranaceum		Schulze 1879.
- -	Oscillaria Spongeliae		Schulze 1879.
Psammoclema ramosum Marsh.	Oscillaria, ähnlich O. Spongeliae		Marshall 1880.
Hircinia variabilis O. S.	Zooxanthella		Schulze 1879, Brandt.
- -		+	Brandt.
Spongia otahetica	Scytonema sp.		Carter 1878.
2. Fam. Aplysinidae		0	
Aplysilla sulfurea F. E. S.	Callithamnion membranaceum		Schulze 1879.
3. Unterordn. *Halichondriae.*			
1. Fam. Chondrosidae (Gummineae)	0		
Chondrosia reniformis		—	Keller 1878.
2. Fam. Chalinidae	0	0	
3. Fam. Renieridae			
Reniera fibulata O. S.	Thamnoclonium flabelliforme		Carter 1878.
- litoralis Keller		+	Keller 1878.
- semitubulosa		—	Keller 1878.
- cratera O. S.	Zooxanthella	+	Brandt.
Amorphina stellifera Cart.	Palmella spongiarum		Carter 1879.
Halichondria panicea Johnst. = Amorphina panicea O. S.	Palmella spongiarum		Carter 1878.

Digitized by Google

Halichondria plumosa Johnst.	Rothe Alge, ähnlich Hypoglossum und Hildenbrandtia		Carter 1878.
- aspera Lbkn.	Polysiphonia		Lieberkühn 1859.
Spongilla	Anabaina impalpabilis		Bory de St. Vincent 1824.
-	Zoochlorella parasitica (= Anabaina?)		Brandt 1881.
-		+	Carter 1859, Keller 1878, Brandt 1882, R. Lankester 1882.
4. Fam. Suberitidae			
Suberites sp.	Hypheotrix coerulea		Carter 1878.
- massa		+	Keller 1878, Brandt.
- flavus		+	Keller 1878.
- -		—	Brandt.
Tethya arabica Cart.		+	Carter 1869.
- lyncurium		+	Keller 1878.
Cliona celata Grant = Vioa celata	Palmella spongiarum		Carter 1878.
5. Fam. Desmacidonidae	0		
Myxilla fasciculata		+	Keller 1878.
6. Fam. Chalinopsidae	0	0	
4. Unterordn. *Lithospongiae*.			
1. Fam. Geodiidae	0		
Geodia (Cydonium) arabica		+	Carter 1869.
Pachymatisma Johnstonia		—	Carter 1869.
Geodia gigas		+	Keller 1878, Brandt.
2. Fam. Ancorinidae	0	0	
3. Fam. Lithistidae	0	0	
5. Unterordn. *Hyalospongiae*.			
Fam. Hexactinellidae	0	0	
2. Ordn. **Calcispongiae.**	0	—	Keller 1878.

[1] Eintheilung nach CLAUS, Grundzüge d. Zool. 4. Aufl.

Digitized by Google

Aus der vorstehenden Tabelle, in welcher Dr. VOSMAER und ich Alles zusammengestellt haben, was wir über das Vorkommen von Algen und Stärke bei Schwämmen erfahren konnten, geht hervor:

1) In den Familien der Spongiden, Renieriden und Suberitiden sind sowohl Algen als auch Stärke nachgewiesen worden.

2) Dagegen sind weder Algen noch Stärkekörner gefunden bei Halisarciden, Chondrosiden, Chaliniden, Chalinopsiden, Ancoriniden, Lithistiden, Hexactinelliden und den Familien der Kalkschwämme. KELLER giebt sogar ausdrücklich an, dass er in Fleisch-, Gummi- und Kalkschwämmen nie Stärke nachweisen konnte.

3) Bis jetzt ist nur Stärke (nicht Algen) gefunden in den Familien der Desmacidoniden[1] und Geodiiden. Nur Algen (nicht aber Stärkekörner) sind bisher beobachtet bei Aplysiniden.

4) Eben so wie Algen nicht immer in allen Exemplaren einer Thierspecies vorkommen, fehlt auch Stärke zuweilen vollkommen. So konnte ich bei *Suberites flavus*, der nach KELLER Stärke enthält, kein Amylum nachweisen. Ferner hat KELLER bei *Reniera litoralis* Stärke gefunden, bei *Reniera semitubulosa* dagegen nicht. Endlich hebt auch schon CARTER hervor, dass *Pachymatisma Johnstonia* gar keine, die nah verwandte *Geodia arabica* dagegen viel Stärke in der Rindenschicht enthalte.

Es liegt nicht der geringste Grund zu der Annahme vor, dass bei den Desmacidoniden und Geodiiden die Schwämme selbst, und nicht Algen, die Stärke producirt haben, eben so wenig wie man glauben darf, dass die Algen der Aplysiniden keine Stärke bilden. Dass in diesen drei Familien bisher entweder die Stärke oder die Algen übersehen sind, ist nicht zu verwundern, da ja die obigen Angaben fast sämmtlich nur gelegentlich mitgetheilt sind, ohne Rücksicht auf eine Beziehung zwischen dem Vorhandensein von Stärke und dem Vorkommen von Algen. Bei weiteren Untersuchungen wird man auch in den Stärkehaltigen Schwämmen Algen entdecken und stets Stärke vermissen, wenn die Algen gänzlich fehlen. Die wenigen Fälle, welche ich bis jetzt selbst untersucht habe, sprechen sehr zu Gunsten dieser Annahme. Bei *Hircinia*, *Reniera* und *Spongilla* habe ich Algen und Stärke zugleich gefunden. — Über die eigenthümliche Art des Vorkommens von Stärke im Schwammgewebe, mit welcher uns zuerst KELLER bekannt gemacht hat, wird unten das Nähere mitgetheilt werden (p. 271).

---

[1] S. Nachtrag.

Digitized by Google

10) Gelbe Zellen von Sarsien und anderen Hydromedusen.

Im Entoderm verschiedener Hydromedusen, wie Sarsia etc., fand ich gelbe Zellen, die zum Theil eine außerordentliche Größe besaßen. In manchen Fällen betrug der Durchmesser bis 0,06 oder gar 0,08 mm. Die Farbe ist fast reingelb. Die Zellmembran lässt sich leicht erkennen, besonders deutlich wird sie nach dem Zerquetschen der Zelle. Die gelben Zellen platzen leicht, schon bei ganz gelindem Druck. Hohle Stärkekörner sind stets in der Mehrzahl vorhanden. Bei Jodbehandlung werden sie deutlich gebläut. Außerdem finden sich in den gelben Zellen violett erscheinende, stark doppelbrechende Körner, von denen manche, ähnlich wie die Stärkekörner, hohl waren.

11) Gelbe Zellen von Convoluta (Fig. 74—79, 111, 112).

Die gelben Zellen der Convoluten sind bereits von O. Schmidt (6) kurz als braune Pigmentkugeln bezeichnet und später von Claparède (14) genauer geschildert worden. Claparède beschreibt sie als kleine Kugeln von 0,008 mm Durchmesser. Die Farbe ist dem Diatomin ähnlich und findet sich in wandständigen Platten. L. v. Graff (88) erweiterte diese Angaben und begründete zuerst die Algennatur der gelben Zellen von Convoluten. Nach seinen Untersuchungen an *Convoluta paradoxa* finden sich die gelben Zellen ausschließlich im Parenchym, d. h. in dem vom Hautmuskelschlauch umgebenen Syncytium aus Mesoderm und Entoderm. Sie sind kugelrund oder länglich und besitzen einen Durchmesser von 0,007—0,018 mm. Die Hauptmasse besteht aus einer farblosen Grundsubstanz mit spärlich eingestreuten, stark lichtbrechenden Körnchen oder Vacuolen. Der »mit dem Diatomin übereinstimmende« Farbstoff ist in Form wandständiger Platten vertheilt, die durch farblose Zwischenräume getrennt werden. Dieselben oder ähnliche gelbe Zellen finden sich nach schriftlichen Angaben von Langerhans auch bei *Convoluta Langerhansii* und *bimaculata*.

Für Algen, welche mit den gelben Zellen der Radiolarien und Actinien übereinstimmen, hält v. Graff diese Körper einmal wegen ihres, von allen thierischen Pigmentzellen weit abweichenden Baues, dann weil die Körper sich innerhalb des Turbellarienkörpers nicht verändern, was der Fall sein müsste, wenn sie der Verdauung unterworfene Fremdkörper wären, ferner weil man eben solche braungelbe Zellen im Entoderm von Actinien, so wie frei im Seewasser findet, und endlich

Digitized by Google

wegen der Ähnlichkeit mit gewissen Formzuständen von Woronin's *Chromophyton Rosanoffii*.

Meine eigenen Untersuchungen über Turbellarien-Zooxanthellen betreffen nicht Convoluta paradoxa, sondern eine Species, welche wahrscheinlich mit *Convoluta Langerhansii* v. Graff (88, p. 226, Taf. II Fig. 24) übereinstimmt. Die gelben Zellen weichen erheblich ab von denen der C. paradoxa. Sie sind grünlichgelb oder braun gefärbt und besitzen einen Durchmesser von 0,013—0,025 mm. Die Farbstoffmasse findet sich dicht unter der Zellmembran in Form von Strängen oder seltener von Platten (Fig. 74, 75, 111, 112). Es ist stets mindestens ein sehr großes hohles Stärkekorn vorhanden; doch kommen auch zwei bis vier in besonders großen Zellen vor. Mit Jodjodkalium kann man eine braunviolette Färbung dieser Körner erzielen (Fig. 79). Die Membran ist sehr dünn und platzt bei geringem Druck. Doppelbrechende Substanz kommt reichlich vor und zwar in Form von kleinen violetten Körnchen (111, 112). Das hohle Stärkekorn ist niemals doppelbrechend. Den Zellkern kann man in lebenden Zellen schlecht, in tingirten Schnittpräparaten aber sehr deutlich erkennen (Fig. 76—78). Der Kern der gelben Zellen ist nicht immer kuglig; er ist blasser gefärbt als die Kerne der Convoluta-Gewebe und liegt stets mehr oder weniger excentrisch. Er erscheint granulirt, während die Zellkerne der anderen, bis jetzt untersuchten Zooxanthellen stets homogen waren. Ob das granulirte Ansehen durch wirkliche kleine Körner oder durch ein maschiges Balkengerüst hervorgerufen wird, bleibt dahingestellt. — An den Schnittpräparaten kann man erkennen, dass die gelben Zellen in verschiedenen Geweben des Convoluta-Parenchyms liegen. Sie fanden sich dicht unter der Muskelschicht, mitten im Parenchym und dicht an oder vielleicht gar im Darmepithel.

12) Gelbe Zellen von Eunice gigantea (Fig. 80—89).

Herr Dr. H. Eisig erhielt am 13. Juni 1881 eine *Eunice gigantea*, deren Kopf abgerissen war. Die Wunde am Vorderende vernarbte nach einiger Zeit vollständig, ohne eine Spur einer Öffnung zu hinterlassen. Bei der gänzlichen Abwesenheit einer Mundöffnung konnte das Thier gar keine Nahrung zu sich nehmen, und doch war es noch nach 13 Monaten vollkommen lebensfrisch und kräftig. Als Herr Dr. Eisig mir gütigst das Thier am 14. Juli 1882 zur Untersuchung überließ, zeigte sich, dass der Darm keine Contenta enthielt, dass aber die Kiemenanhänge mit grünlichen bis gelbbraunen Klumpen dicht erfüllt

Digitized by Google

waren, die sich als eine eigenthümliche Form von Zooxanthellen erwiesen. Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, dass das Thier sich hat von diesen Algen ernähren lassen.

Einzelne Zooxanthellen von Eunice stellen unregelmäßige kleine Körper von 0,004 mm Durchmesser dar, an denen eine Membran nicht zu erkennen ist. An und zum Theil auch in den bräunlichen Körpern liegen die bei anderen gelben Zellen gefundenen charakteristischen hohlen Stärkekörner, welche sich mit Jodjodkalium deutlich blau färben (Fig. 86—89). In manchen braunen Körpern finden sich nicht hohle, sondern volle Amylumkugeln. Die Stärkekörner sind eben so wenig, wie die anderer gelber Zellen, doppelbrechend. Ein oder zwei doppelbrechende kleine Körnchen, die in gewöhnlichem Lichte stark lichtbrechend und violett erscheinen, finden sich in vielen gelben Zellen.

Die braunen Körper sind oft zu größeren Klumpen (0,01 mm Durchmesser) aggregirt. Die einzelnen Stücke hängen dann gewöhnlich in ähnlicher Weise zusammen, wie ich es früher (72) für Zoochlorellen abgebildet habe.

13) Gelbe Zellen von Acanthometriden (Fig. 62—73).

Die gelben Körper der Acanthometriden sind bisher für thierische Pigmentkörper angesehen worden. Haeckel (15, p. 77, 84) unterschied die gelben Körper der Acanthometriden von den gelben Zellen der übrigen Radiolarien, erstens, weil sie in der intracapsulären Sarkode vorkommen, während die gelben Zellen sich nur in der extracapsulären Sarkode finden, und zweitens, weil die gelben Körper Reagentien gegenüber sich anders verhalten als die echten gelben Zellen. Die echten gelben Zellen der übrigen Radiolarien werden bei Behandlung mit Schwefelsäure blasser, sehr hell gelblich oder etwas grünlich; dagegen färben sich durch Schwefelsäure die intracapsulären gelben Zellen der Acanthometriden, wie auch andere Pigmentzellen und Pigmentkörner derselben, intensiv spangrün und werden zu einer die ganze Kapsel prall erfüllenden spangrünen Flüssigkeit gelöst. Diese Verschiedenheit im Verhalten gegen Schwefelsäure hat, wie ich glaube, hauptsächlich darin ihren Grund, dass die echten gelben Zellen der meisten Radiolarien eine derbe Membran besitzen, während sich eine solche bei den gelben Zellen der Acanthometriden nicht mit Sicherheit nachweisen lässt. In einer ungleich wichtigeren Reaction zeigt der Farbstoff der gelben Zellen von Sphaerozoiden und von Acanthometriden das gleiche Verhalten. Bringt man auf je einem Objectträger ein Stück einer Collozoum-Colonie und einige Acanthometren mit Infusorien und Bacterien

Digitized by Google

zusammen und setzt nach Auflegen des Deckglases beide der Einwirkung directen Sonnenlichtes aus, so kann man beobachten, dass die Infusorien und Bacterien sich in der unmittelbaren Umgebung sowohl des Collozoum-Stückes als der Acanthometren ansammeln (s. unten p. 274). Junge Acanthometriden, die keine gelben Zellen enthalten, werden dagegen gemieden. Nach den sorgfältigen Untersuchungen von ENGELMANN geschehen Ansammlungen von Bacterien und Infusorien nur da, wo unter Einfluss des Lichtes von Chlorophyll Sauerstoff producirt wird. Hiernach enthalten also die gelben Zellen der Acanthometriden und Sphaerozoiden Chlorophyll.

Dass die gelben Zellen bei den meisten Radiolarien nur außerhalb, bei den Acanthometriden dagegen innerhalb der Centralkapseln vorkommen, ist wohl auch kaum als ein so schwerwiegender Unterschied anzusehen. Jedenfalls zwingt uns diese Verschiedenheit des Vorkommens keineswegs, die ersteren als Algen, die letzteren als thierische Pigmentkörper aufzufassen, und zwar um so weniger, als die Art des Vorkommens der gelben Zellen von Acanthometriden nicht einmal constant ist. Bei manchen Acanthometriden (z. B. Acanthometra tetracopa) fand ich die sonst nur innerhalb der Centralkapsel vorkommenden gelben Zellen zum Theil auch außerhalb derselben. Bei einigen Dorataspis-Arten und Actinomma Asteracanthion kommen sogar ganz eben solche unregelmäßige gelbe Zellen, wie im Innern der Centralkapseln vieler Acanthometriden, stets in der extracapsulären Sarkode vor. Außerdem spricht sehr für die parasitäre Natur dieser gelben Zellen, dass sie in jungen und selbst auch in manchen alten Exemplaren solcher Acanthometriden, welche sonst gelbe Körper enthalten, noch vollkommen fehlen, z. B. bei Acanthometra tetracopa.

Dazu kommt noch, dass bereits HAECKEL (15, p. 77) in den gelben Körpern der Acanthometren einen Zellkern auffand, dessen Vorhandensein R. HERTWIG (44, p. 113) bestätigte. Die gelben Zellen wären somit die einzigen individualisirten Zellen innerhalb der Acanthometriden. Da aber HERTWIG die wichtige Thatsache festgestellt hat, dass jede Acanthometra eine einzige Zelle repräsentirt, so würden innerhalb einer Zelle noch andere, und zwar von der ersteren gänzlich verschiedene Zellen vorkommen. Das ist aber bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnis über die Zelle und die einzelligen Wesen in hohem Grade unwahrscheinlich.

Endlich führen HAECKEL und HERTWIG noch einen Grund für ihre Auffassung der gelben Körper als Pigmentzellen an. HAECKEL (15, p. 77) sagt: »Die verschieden gefärbten Pigmentzellen in der Kapsel

Digitized by Google

vieler Radiolarien sind übrigens durch so zahlreiche Zwischenformen mit gleichartig gefärbten Pigmenttheilchen, die bloß den Werth von Körnern oder Bläschen haben, dass es in vielen Fällen sehr schwer hält, die Grenze zu bestimmen, und von concreten Elementen zu sagen, ob man eine Zelle, ein Körnchen oder ein Bläschen vor sich hat.«

Hertwig (44, p. 12), welcher ebenfalls nicht bei allen Arten in den Haufen gelben Pigments einen Kern nachweisen konnte und häufig isolirte gelbe Körnchen zerstreut in der Sarkode der Acanthometriden fand, nimmt an, dass »ursprünglich zerstreute Pigmentkörnchen sich das eine Mal im Umkreis eines Kerns (der Acanthometra) zur Bildung einer echten Pigmentzelle, das andere Mal sich ohne einen solchen Mittelpunkt angehäuft haben«. Die Annahme Hertwig's von der Bildung der vermeintlichen Pigmentzellen kann unmöglich richtig sein, wenn wirklich die gelben Zellen der Acanthometriden Algen sind. Ich bin umgekehrt der Ansicht, dass die in den Acanthometren befindlichen einkernigen Algen zunächst vielkernig werden und dann in so viel Stücke aus einander fallen wie Kerne vorhanden sind. Dafür spricht, dass man neben gelben Zellen, welche einen deutlichen Zellkern besitzen, solche findet, die viele sehr kleine Kerne enthalten. Auch in den einzelnen gelben Pigmentkörnern ließ sich durch Hämatoxylinfärbung ein sehr kleiner Kern nachweisen. Man könnte vielleicht auch annehmen, dass die kleinen gelben Körner dadurch entstehen, dass große gelbe Zellen zerstört werden und zerfallen; doch spricht dagegen der Umstand, dass die gelben Körner genau dieselbe Färbung besitzen wie die unversehrten gelben Zellen, und dass Acanthometren, welche nur zahlreiche gelbe Körner oder anscheinend kernlose Pigmenthaufen enthalten, eben so gut Sauerstoff im Lichte ausscheiden wie Acanthometren mit großen, kernführenden gelben Zellen. Die kleinen gelben Körner sind also jedenfalls lebende Sprösslinge von gelben Zellen.

Die gelben Zellen der verschiedenen *Acanthometriden* und *Acanthopractiden* differiren in Form und Größe ziemlich erheblich unter einander, andererseits aber zeigen sie doch alle im Wesentlichen denselben Inhalt, die gleiche Vertheilung des Farbstoffs, dieselbe Färbung etc., so dass sie alle Entwicklungszustände entweder von einer einzigen oder wenigen, sehr nahe stehenden Algenarten sein können. Die gelben Zellen mancher Acanthometriden scheinen stets kugelrund zu sein, z. B. von *Acanthometra elastica* (Fig. 62—64, 70), *Acanthometra pellucida*, *Amphilonche belenoides* (Fig. 65) und *Amphilonche elongata*. Der Durchmesser der kugligen gelben Zellen ist bei den Exemplaren jeder der genannten Species verschieden; er schwankt zwischen

Digitized by Google

0,006—0,008 mm einerseits und 0,015—0,02 mm andererseits. Unregelmäßige gelbe Massen finden sich bei *Acanthometra tetracopa* (Fig. 66—69, 71—73) und *Claparedei*, *Xiphacantha alata* und *quadridentata*, *Acanthostaurus purpurascens* etc. Die gelben Zellen dieser Arten sind sehr verschiedenartig gestaltet; selten sind sie kuglig, häufiger besitzen sie eine unregelmäßig lappige Form. Oft haben sie, ähnlich wie manche Amöben, schmale oder breitere Fortsätze und Ausläufer, die an der Spitze zuweilen gegabelt sind (Fig. 71). Ihr Durchmesser ist sehr verschieden. Sind nur wenige gelbe Zellen vorhanden, so haben sie einen Durchmesser von 0,015—0,02, in seltenen Fällen sogar 0,045 mm; sind sie sehr zahlreich, so besitzen sie auch eine geringere Größe, 0,006—0,008 mm.

Die Färbung der bei Acanthometriden und Acanthopractiden vorkommenden gelben Zellen ist, wie bei denen der anderen Radiolarien, goldgelb. Der Farbstoff findet sich stets in dünnen peripherischen Lagen und platten Körperchen. Wenn in den lebenden Zellen die Abgrenzung der gelben Chlorophyllkörper nicht scharf genug ist, kann man sie durch Abtödtung der Zellen mittels Überosmiumsäure sehr deutlich machen. Das Farbstoffplasma zieht sich dann stets zu einzelnen Kugeln zusammen. Kleine, stark lichtbrechende Körnchen, die in lebenden Zellen blassviolett erscheinen, lassen sich stets zwischen den Farbstoffkörpern nachweisen; doch waren sie stets einfach brechend. Selbst nach einstündiger intensiver Belichtung ließen sich niemals doppelbrechende Körner erkennen. Eine membranartige Umhüllung der gelben Zellen konnte weder bei den kugligen noch den unregelmäßigen Formen mit Bestimmtheit nachgewiesen werden. Hohle Stärkekugeln (Fig. 72) wurden in und neben den gelben Zellen von *Acanthometra tetracopa* mit Sicherheit constatirt. In lebenden gelben Zellen werden die kleinen und sehr dünnwandigen Hohlkugeln von dem Farbstoff so sehr verdeckt, dass man sie nur selten erkennen kann. Wenn man aber eine Acanthometra tetracopa, die eine Stunde lang der Einwirkung directen Sonnenlichtes ausgesetzt war, durch Alkohol oder eine schwache Säure entfärbt und dann mit Jodjodkalium behandelt, so kann man sich leicht von dem Vorhandensein und der Färbbarkeit hohler Stärkekugeln (Durchmesser 0,002—0,003 mm) überzeugen. In großen gelben Zellen von A. tetracopa fand ich oft 20—30 solcher Hohlkugeln. — Ein compacter Zellkern ließ sich bei den gelben Zellen von Acanthostaurus purpurascens, Amphilonche complanata und von Acanthometra elastica durch Behandlung mit Überosmiumsäure und Beale's Carmin nachweisen (Fig. 70).

Digitized by Google

In manchen Fällen haben die gelben Zellen von *Acanthometra tetracopa* überraschende Ähnlichkeit mit den Spindeln der räthselhaften *Labyrinthula vitellina* CIENKOWSKI's. In mehreren Exemplaren der genannten Acanthometra fanden sich nämlich sowohl in der intracapsulären als auch der extracapsulären Sarkode gelbe Körperchen, wie sie in den Figuren 66—69 wiedergegeben sind. Die gelben Körper waren meist von abgeplattet spindelförmiger oder rautischer Gestalt, manche aber waren unregelmäßig, andere ellipsoid und nicht wenige endlich gar kuglig. Genau dieselben Formenunterschiede finden sich nach der Beschreibung CIENKOWSKI's[1] auch bei seiner *Labyrinthula*. Ferner ist die Größe der Körper übereinstimmend; nach den Angaben von CIENKOWSKI beträgt sie für die Spindeln der *Labyrinthula* 0,012 mm, nach eigenen Messungen haben die spindelförmigen gelben Zellen der Acanthometra eine Länge von 0,008—0,012 mm und eine Breite von 0,005 mm. Der Farbstoff ist sowohl bei *Labyrinthula* als bei der Acanthometra dottergelb und wird durch Alkohol aufgelöst. Größe, Form und Farbe stimmen also ganz überein. Da nun außerdem sowohl die Spindeln von *Labyrinthula*, als auch die der Acanthometra kernführend sind und eine Anzahl von lichtbrechenden Körnchen enthalten, so vermuthe ich, dass Labyrinthula die freilebende Form der gelben Zellen gewisser Acanthometriden sei. In Betreff des chemischen Verhaltens giebt CIENKOWSKI an, dass die mit Alkohol entfärbten Spindeln von Labyrinthula »sich von Jod nicht blau färben, was augenblicklich geschieht, wenn man zu frischem Material Jod hinzusetzt; bei längerer Einwirkung wird die ganze Spindel dunkelbraun«. Cellulose ließ sich nicht nachweisen, wie denn auch die Spindeln membranlos erschienen. Bei den Acanthometra-Spindeln konnte ich eben so wenig eine Membran erkennen und fand die hohlen Stärkekörner nicht in, sondern neben den gelben Zellen, frei im Protoplasma der Acanthometra.

Ganz eben solche spindelförmige Körper wie bei Acanthometra tetracopa fand ich auch in der extracapsulären Sarkode einer bisher noch nicht beschriebenen Species von *Dorataspis*[2].

---

[1] Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. III. p. 274. 1867.

[2] HEIDER (66, p. 25) fand »zwischen den Entodermzellen (von Cladocora) Haufen von spindeligen, navicularіaähnlichen Körperchen«. Möglicherweise entsprechen dieselben den spindelförmigen gelben Zellen der Acanthometriden.

Digitized by Google

14) Gelbe Zellen von Echinodermen (Fig. 94—97) und Paralcyonium (Fig. 38—41).

Eigenthümliche gelbe Zellen fand ich in den Ambulacralfüßen von *Echinocardium cordatum*[1] (Fig. 94—96), in der Larve von *Holothuria tubulosa* (Fig. 97) und in *Paralcyonium elegans* (Fig. 40, 41). Charakteristisch für die gelben Zellen dieser Thiere ist die amöboide Beweglichkeit.

Die gelben Zellen von *Echinocardium* und *Paralcyonium* sind augenscheinlich membranlos, von unregelmäßiger und veränderlicher Gestalt. Sie enthalten viele abgerundete Körper von Farbstoffplasma (Chlorophyllkörper) und zwischen denselben violette Körner. Ihr Durchmesser beträgt etwa 0,012—0,016 mm. Die Färbung ist bei Echinocardium goldgelb bis gelbbraun, bei Paralcyonium mehr violettbraun. Große hohle Stärkekörner konnte ich bisher nur bei den gelben Zellen von Paralcyonium, und zwar nach Entfärbung derselben durch Alkohol. erkennen (Fig. 41). Bei Echinocardium konnte ich mich allerdings nicht direct von dem Vorhandensein dieser für Zooxanthellen so charakteristischen Hohlkugeln aus stärkeartiger Substanz überzeugen, doch erhielt ich bei Behandlung von lebenden gelben Zellen mit Jodtinctur sofort eine Violettfärbung, die sich durch Zusatz von verdünnter Kalilösung beseitigen ließ.

Sowohl innerhalb der Thiergewebe als auch frei im Wasser kriechen diese gelben Zellen nach Art von Amöben umher. Ein Theil der Masse wird buckelartig vorgetrieben und der übrige Körper strömt dann nach. Darauf streckt sich der Organismus zu einem langen wurstförmigen Körper aus, um abermals einen seitlichen Fortsatz vorzuschicken, in diesen hineinzufließen etc. Die gelbe Zelle rückt dabei in wenigen Minuten um beträchtliche Strecken vorwärts.

Die Zooxanthellen der *Holothurienlarven*[2] sind unregelmäßige, rein gelbe bis grüngelbe Klumpen von 0,018—0,02 mm Durchmesser. Sie bestehen aus sehr zahlreichen Farbstoffkügelchen und fließen bei leichtem Druck vollständig aus einander. Ihr Farbstoff wird durch Alkohol schneller als bei anderen Zooxanthellen ausgezogen. Die Farbe verschwindet fast momentan, wenn man die Holothurienlarve durch Alkohol abtödtet. Die gelben Zellen lassen sich dann nur dadurch wieder in dem Gewebe der Larve sichtbar machen, dass man Jod zu-

[1] Herr Dr. Blochmann machte mich freundlichst auf dieselben aufmerksam.

[2] Selenka hat bereits die Vertheilung und die Form der »grünlichen, Fettkörner enthaltenden Zellen« sehr naturgetreu abgebildet (36).

Digitized by Google

fügt. Man bemerkt alsbald Gruppen violett oder blau gefärbter Körner da, wo vorher die gelben Zellen lagen.

Wahrscheinlich stimmen die von mir bei Echinocardium beobachteten Zooxanthellen überein mit den von GEDDES (57) bei verschiedenen Echinodermen beschriebenen amöboiden, braunen Körpern, die er für Theile des Thierkörpers ansieht.

5. Zu welcher Gruppe von Algen gehören die gelben Zellen?

Die Unterbringung der gelben Zellen in einer der bekannten Algengruppen wird erst möglich sein, wenn man die Entwicklung der gelben Zellen besser als bis jetzt kennt. Bis in die neueste Zeit wusste man durch CIENKOWSKI's und meine Untersuchungen nur, dass die gelben Zellen im isolirten Zustande den Palmellenzustand annehmen. Ich kann hinzufügen, dass die gelben Zellen auch zuweilen schon innerhalb lebender Thiere (Reniera) eine stark gequollene, gallertige Membran zeigen und dass auch im freien Wasser oft solche gelbe Zellen zu finden sind (Fig. 60, 61). Die letzteren zeigten sehr deutlich die von CIENKOWSKI beobachteten Häutungserscheinungen. Da aber Algen aus sehr verschiedenen Gruppen solche Palmellenzustände annehmen können, so ist mit dieser Beobachtung für die systematische Stellung der gelben Zellen noch nichts gewonnen. Eben so wenig lässt sich aus der Färbung der Zooxanthellen ein Schluss auf die Zugehörigkeit derselben zu der einen oder der anderen Algengruppe ziehen. Die Färbung der gelben Zellen ist, wie bereits erwähnt, sehr mannigfaltig und variirt zwischen gelb oder gelbgrün und rothbraun. Da rein grüne Farben nie bei ihnen vorkommen, so gehören die gelben Zellen jedenfalls nicht zu den Chlorophyceen; dagegen können sie der Färbung nach den Florideen, den Dictyotaceen, den Melanophyceen, Diatomeen und einigen Familien der Schizophyceen angehören. Von den Diatomeen kann man wohl von vorn herein absehen; denn die gelben Zellen haben eine gleichmäßige, bläschenförmige Membran aus echter Pflanzencellulose und nie eine verkieselte Membran, die aus zwei mit den Rändern über einander geschobenen Hälften besteht. Trotz der äußeren Ähnlichkeit bezüglich des Farbstoffes können die gelben Zellen ihrem ganzen Baue nach unmöglich zu den Diatomeen gehören. Außerdem glaube ich noch zeigen zu können, dass sie auch von den Florideen und den Dictyotaceen verschieden sind. Ich fand nämlich innerhalb von Thieren (Aiptasia, Reniera) zwischen gewöhnlichen gelben Zellen auch ovale

Digitized by Google

Formen, die an einem Ende eine leichte Einkerbung besaßen und gewöhnlich deutlicher als die anderen gelben Zellen die Abgrenzung der braunen oder gelben Chlorophyllkörper zeigten (Fig. 19). In allen übrigen Merkmalen, auch in der Größe, stimmten sie genau mit den gelben Zellen überein. Diese eiförmigen Zustände zeigen nun eine überraschende Ähnlichkeit mit Algenschwärmern, die zu manchen Zeiten in großer Menge im »Auftrieb« vorkommen. Diese unzweifelhaften Algenschwärmer unterscheiden sich von den eiförmigen gelben Zellen allein durch den Besitz von zwei Geißeln, sonst aber stimmen sie bis in die kleinsten morphologischen Details mit ihnen überein (Fig. 20). Dieselben, bezw. sehr ähnliche Schwärmer, erhielt ich auch bei Reinculturen von gelben Zellen aus Collozoum, Cassiopeia und Anthea. Bei Anwendung geringer Wassermengen gingen die isolirten gelben Zellen in den Palmellenzustand über, bei Anwendung großer Mengen filtrirten Wassers dagegen nahmen sie theilweise die Form von Zoosporen an.

Hiernach erscheint es in hohem Grade wahrscheinlich, dass die gelben Zellen nichts weiter sind als zur Ruhe gekommene Schwärmzustände von gemeinen Meeresalgen, und zwar aus der Gruppe der Melanophyceen. Die Florideen und Dictyotaceen haben keine Schwärmsporen, bei den Melanophyceen dagegen finden sich schwärmende Zellen mit stets zwei Geißeln. Das Nähere werden Phycologen jedenfalls besser als ich feststellen können.

III. Die Pseudochlorophyllkörper.

Meine neueren Untersuchungen über grüne Algen in Thieren sind nur gering und betreffen fast ausschließlich die Meeresschnecke *Elysia*. In den spärlichen Süßwassertümpeln der Umgebung von Neapel habe ich bisher vergeblich nach grünen Hydren und Spongillen gesucht, so dass die an diesen Thieren beabsichtigten Experimente unterbleiben mussten. Die Litteratur über die grünen Körper der Thiere vermag ich vorläufig noch nicht vollständiger zu geben als es kürzlich von Géza Entz (81) geschehen ist. Ich beschränke mich daher auf eine kurze Besprechung der von Lankester, Geddes und Ryder gemachten Einwürfe gegen die Algennatur der grünen Körper.

Pfeffer theilt in seiner Pflanzenphysiologie (1881, 1. Bd. p. 189) mit, dass De Negri (34) in *Elysia viridis* echtes Chlorophyll nachge-

Digitized by Google

wiesen habe. Einige grüne Elysien, welche ich untersuchte, enthielten in dem contractilen Röhrensystem ihres Mantels sehr kleine grüne Körperchen von etwa 0,002—0,0035 mm Durchmesser. Sie leben in isolirtem Zustande nicht allein weiter, sondern entwickeln auch, wie sich bei Anwendung des ENGELMANN'schen Bacterienverfahrens ergab, noch nach achttägiger Isolation Sauerstoff. Außerdem lassen sich in ihnen bei Behandlung mit Jod Gruppen kleiner Körnchen blau färben und als Stärkekörnchen erweisen (Fig. 90, 91). Diese Amylumkörnchen sind nicht immer kuglig, sondern oft unregelmäßig und liegen meist zu 3—6 in einem grünen Körperchen. Aus ihrem Vorhandensein und dem Nachweis der Sauerstoffproduction kann man auf die Gegenwart von echtem assimilirendem Chlorophyll schließen. Dass diese Körperchen in isolirtem Zustande wochenlang weiter leben, und dass sich in ihnen ein kleiner compacter Kern nachweisen ließ, spricht dafür, dass die grünen Körper der Elysia nicht Chlorophyllkörper, sondern Algen sind. Der Nachweis des Kernes wurde in der Weise vorgenommen, dass die frisch herausgedrückten, oder längere Zeit isolirten, oder endlich die noch im Thiergewebe befindlichen grünen Körper durch Überosmiumsäure abgetödtet und dann mit wässriger Hämatoxylinlösung gefärbt wurden. Bei genauer Untersuchung mit ZEISS' Ölimmersion $^1/_{12}$ ließ sich ein violetter Fleck oder scharf umgrenzter kugliger Körper in (und nicht etwa auf) jedem Körperchen nachweisen (Fig. 92, 93). Die grünen Körper von *Elysia* entsprechen also ganz den Pseudochlorophyllkörpern oder Zoochlorellen der Infusorien, Hydren, Spongillen, Turbellarien etc., und sind wie diese als Entwicklungszustände von Algen aufzufassen.

GÉZA ENTZ hat die von ihm und mir bereits beigebrachten Gründe für die Algennatur der grünen Körper in neuerer Zeit (81) noch erheblich vermehrt, besonders durch Beobachtungen über Ein- und Austreten von Algen in Infusorien und durch Untersuchungen über das Verhalten der Algen innerhalb der Wirthtiere. Auch v. GRAFF[1] hat in seiner Monographie der Turbellarien (88, p. 76, 77) die Gründe für und wider die Algennatur der grünen Körper abgewogen und kommt zu dem Schlusse, dass die grünen Körper der Turbellarien höchst wahrschein-

[1] Durch die Güte des Verfassers erhielt ich bereits im Februar 1882 Einsicht in die Abschnitte über die gelben Zellen und das Chlorophyll der Turbellarien. Leider hatte ich damals meine Publication über die Bedeutung des Chlorophylls etc. bereits abgeschlossen, so dass ich nicht mehr auf die wichtigen Angaben v. GRAFF's über die gelben Zellen und die physiologische Bedeutung des Chlorophylls in Thieren Bezug nehmen konnte.

Digitized by Google

lich pflanzliche Parasiten darstellen. In der Arbeit von HAMANN (84) habe ich keine neuen Gründe für die Algennatur der Pseudochlorophyllkörper finden können. Die »Tetradenbildung« ist bereits von ENTZ (81) geschildert und von mir (72) und RAY LANKESTER (73) abgebildet worden. Das von HAMANN constatirte Übertreten der Pseudochlorophyllkörper aus dem Entoderm in die zuerst chlorophyllfreie Eizelle spricht aber weder für noch gegen die Algennatur.

RAY LANKESTER (73) und GEDDES (68, 76) halten daran fest, dass die grünen Körper der *Spongillen* und *Hydren* echte, vom Thiere selbst erzeugte Chlorophyllkörper seien. Die von mir gegen diese Ansicht vorgebrachten Gründe halten sie zum Theil für unzureichend, zum Theil aber auch für unrichtig. So konnte z. B. LANKESTER sich trotz vielfacher Bemühungen nicht von dem Vorhandensein eines Zellkernes überzeugen. Er bediente sich bei seinen Versuchen übrigens nicht der von mir angewandten Verfahren, sondern behandelte Spongillastücke mit Osmium und dann mit BEALE's Carmin. Trotzdem er niemals einen Kern hat erkennen können, so muss ich doch auf meiner früheren Behauptung von dem Vorhandensein mindestens eines Zellkernes in jedem grünen Körper von Spongilla und anderen Thieren beharren, denn ich habe diese Behauptung nicht eher gemacht, als bis ich mich durch zahlreiche und sorgfältig angestellte Versuche von der Sicherheit derselben überzeugt hatte. Übrigens ist meine Angabe auch schon von ENTZ (67) für Infusorien und von HAMANN (84) für Hydra bestätigt worden.

Bezüglich des Vorhandenseins von farblosem Protoplasma neben dem ungefärbten macht LANKESTER darauf aufmerksam, dass er und KLEINENBERG (30) dasselbe schon früher bemerkt haben. Um grüne Körper trotz dieses Umstandes als Chlorophyllkörper zu betrachten, nimmt LANKESTER zu der nicht eben wahrscheinlichen Annahme seine Zuflucht, dass an dem kappenförmigen Chlorophyllkörper beim Isoliren stets ein Sprengstück des Zellprotoplasmas von Spongilla kleben bleibe.

Nach LANKESTER spricht gegen die Algennatur der Pseudochlorophyllkörper ferner der Mangel einer Membran. Es ist noch fraglich, ob nicht die Pseudochlorophyllkörperchen Entwicklungszustände von Algen sein könnten, auch wenn sie keine Membran besitzen; außerdem ist das Fehlen einer Membran noch nicht sicher ausgemacht. Ich habe früher in Bezug auf die grünen Körper der Hydra angegeben, dass die Körper von einer, jedenfalls aber sehr zarten Cellulosehülle umgeben zu sein scheinen, weil ich in einigen Fällen bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure eine gänzliche Violettfärbung der Körper eintreten

Digitized by Google

sah, die aber rasch verschwand, wohl wegen Auflösung der dünnen Hülle. Entz (81, p. 456) macht eine sehr viel bestimmtere Angabe. Nach seinen Untersuchungen sind die Pseudochlorophyllkörper »wie die Palmellaceen von einer farblosen, gallertig gequollenen Hülle, seltener von einer derberen Membran umgeben«.

Lankester und Geddes (76, p. 390) machen darauf aufmerksam, dass die von mir abgebildeten Zoochlorellen keine Ähnlichkeit mit irgend einer bisher beschriebenen Alge haben. Das habe ich keineswegs geleugnet, sondern eben desshalb zur Aufstellung einer neuen Gattung mich berechtigt geglaubt. Durch die sehr bald danach zu meiner und zu allgemeiner Kenntnis gelangenden Arbeiten von Entz wurde ich über meinen Irrthum aufgeklärt[1].

Dagegen sollen nach den beiden Autoren die grünen Körper Ähnlichkeit mit pflanzlichen Chlorophyllkörpern besitzen, und zwar sowohl in der Form als in der Theilungsweise. Da ich die von Lankester als Chlorophyllkörper bezeichneten Gebilde ebenfalls als Chlorophyllkörper ansehe und nur darin von ihm abweiche, dass ich das stets daran befindliche farblose Protoplasma nicht als thierisches Protoplasma bezeichne, sondern als das Protoplasma einer Alge, so ist mir der Unterschied unserer Meinungen nicht recht klar geworden.

Dass die Pseudochlorophyllkörper in isolirtem Zustande sich sehr widerstandsfähig gegen Wasser erweisen und eine große Formbeständigkeit zeigen, findet Lankester eben so wenig auffallend, wie meine Behauptung, dass grüne Körper von Spongilla wochenlang in isolirtem Zustande weiter leben. Das liege eben Alles an der Protoplasmakugel, die immer beim Zerquetschen der Thierzelle an den Chlorophyllkörpern kleben bleibe. Lankester hätte sich vielleicht davon überzeugen können, dass das dem Chlorophyllkörper anhaftende farblose Protoplasma nicht ein Sprengstück des amöboiden Protoplasmas der Spongilla sein kann. Wenn man isolirte amöboide Zellen von Spongilla längere Zeit auf einem Objectträger zu cultiviren versucht, so bleiben auch von diesen unverletzten Thierzellen nach einigen Tagen nur die Pseudochlorophyllkörperchen übrig, während das thierische Protoplasma gänzlich zerfällt. Die so auf natürliche Weise isolirten grünen Körper leben noch wochenlang weiter und lassen ihre Lebensfähigkeit durch Bildung von Assimilationsproducten erkennen. Im Bau,

---

[1] Géza Entz hat den entwicklungsgeschichtlichen Beweis dafür gebracht, dass die Pseudochlorophyllkörper nichts weiter sind als Palmellenzustände von verschiedenen längst bekannten Algen.

Digitized by Google

namentlich im Besitz farblosen Protoplasmas, stimmen sie vollkommen mit den durch das Zerdrücken der Thierzellen isolirten Pseudochlorophyllkörpern überein.

Ferner sollen die von mir mitgetheilten Infectionsversuche nicht beweiskräftig sein. GEDDES erinnert daran, dass ein Stück Ulva den Verdauungsapparat von Aplysia oder Echinus passiren könne, ohne dass die Chlorophyllkörper sämmtlich in Form und Farbe verändert werden. Chlorophyll sei sehr schwer verdaulich, mithin habe es nichts Auffallendes, dass grüne Körper von Hydra in Infusorien längere Zeit unverändert bleiben. Ich habe in dem morphologischen Theile meiner Arbeit (72, p. 129) ausdrücklich hervorgehoben, dass man sehr wohl bei Infusorien zu unterscheiden vermöge, ob man aufgenommene und nicht mehr functionirende Chlorophyllkörper oder aber Zoochlorellen vor sich habe. Die letzteren finden sich nicht in der weichen Innenmasse, welche die aufgenommene Nahrung verdaut, sondern in der dichteren Rindenschicht, dem Ectoplasma. Außerdem lässt sich auch nach mehreren Stunden und sogar nach Tagen keine Veränderung an ihnen constatiren.

GEDDES sagt schließlich noch in Bezug auf meine Infectionsversuche: »It is not however altogether inconceivable that chlorophyll-granules should survive transference from one living protoplasmatic matrix to another.« »Altogether inconceivable« mag es ja wohl sein; es wäre doch aber schön, wenn man eine thatsächliche Beobachtung dafür anführen könnte.

LANKESTER vermisst bei diesen Infectionsversuchen die Angabe der Vermehrung der grünen Körper. Da es aber nicht leicht ist, bei einem in Bewegung begriffenen Stentor festzustellen, ob er 100 oder 200 oder noch mehr grüne Körper enthalte, so war es nicht mit Sicherheit zu constatiren, ob wirklich eine Zunahme der Zahl nach Ausschluss der Möglichkeit einer weiteren Einwanderung von außen stattfände.

Auch gegenüber dem scheinbar schwerwiegendsten Einwande von LANKESTER kann ich keinen Grund finden, meine Ansicht über die Algennatur der grünen Körper fallen zu lassen. LANKESTER (31) hat vor acht Jahren bereits angegeben, dass farblose oder lachsfarbene Spongillen Körper enthalten, die in der Größe und annähernd auch in der Form mit den grünen Körpern grüner Spongillen übereinstimmen, nur farblos, statt grün erscheinen. Ich konnte nicht darüber ins Klare kommen, ob LANKESTER sagen will, dass diese farblosen Körper wirklich chlorophylllos sind. An einer Stelle sagt er das allerdings (73, p. 242), jedoch nicht ganz bestimmt; an einer anderen führt er eine

Digitized by Google

Thatsache an, die das Gegentheil sehr wahrscheinlich macht, ohne jedoch die Consequenzen zu ziehen. Er führt nämlich das von ihm früher beobachtete Factum an, dass ein Stück der farblosen Spongilla beim Eintauchen in Schwefelsäure grün wird. Dabei macht er darauf aufmerksam, dass die saprophytisch lebende Orchidee *Neottia*, die »frei von Chlorophyll« ist, dieselbe Reaction giebt. Nun ist aber Neottia keineswegs chlorophyllfrei, vielmehr nach WIESNER's Untersuchungen[1] chlorophyllhaltig. Wenn also Spongillen dieselbe Reaction geben, wie Neottia, so sind sie wahrscheinlich auch chlorophyllhaltig. Eben so gut wie die Chlorophyllkörper von höheren Pflanzen, können doch aber auch die Chlorophyllkörper von Algen bei mangelhaftem Lichtzutritt blasser werden. Ich vermag daher nicht einzusehen, in wie fern dieses Argument gegen die Algennatur der grünen Körper von Spongilla spricht.

Außer RAY LANKESTER und GEDDES hat auch noch RYDER (78, p. 411) meine Angaben über die Algennatur der grünen Körper angegriffen. Seine eigenen Beobachtungen an grünen Infusorien, wie Stentor und Vorticella, seien so wichtiger Natur, dass er sie nicht länger unterdrücken könne. Nach seinen Beobachtungen müssen die grünen Körper dieser zwei Infusorien als integrirende Bestandtheile der Thiere, in welchen sie vorkommen, angesehen werden. Dafür spreche die oberflächliche Lage der grünen Körper, ihre kuglige Gestalt, ihr Verhalten gegen Reagentien (worin dieses Verhalten aber besteht, giebt er nicht an) und die Abwesenheit eines Nucleus und irgend welcher Theilungsstadien. Auf diese »Gründe« glaube ich nicht weiter eingehen zu brauchen.

IV. Die Symbiose von Thieren und Algen.

Das Verhältnis, welches die Thierwirthe und ihre Algenmiethertinnen zu einander einnehmen, ist bisher noch wenig erforscht. So viel scheint aber schon jetzt ausgemacht, dass beide ganz gut ohne einander bestehen können. Die Thiere können unabhängig von den Algen, und

---

[1] JUL. WIESNER, Untersuchungen über die Farbstoffe einiger für chlorophyllfrei gehaltenen Phanerogamen. PRINGSHEIM's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 8. 1872. p. 575.

Digitized by Google

diese unabhängig von jenen, sich ernähren und entwickeln. Nur die Radiolarien scheinen, wie unten weiter ausgeführt wird, wirklich auf ihre Algen angewiesen zu sein. Dass die Algen in den meisten Fällen Vortheil von dem Aufenthalt in Thieren haben, ist kaum zweifelhaft. Die Untersuchungen der Botaniker haben ja gezeigt, dass Algen sich gern in lebenden und todten Pflanzen einnisten, um Schutz zu finden (cf. KLEBS, 79). Auch in lebenden Thieren sind diejenigen Algen, welche sich den eigenthümlichen Bedingungen überhaupt anzupassen vermögen, vortrefflich geschützt. Außerdem finden sie in den Wirththieren Alles, was sie zur Assimilation nöthig haben: Licht sowohl wie Wasser und Kohlensäure. In der Nähe der Meeresoberfläche ist bekanntlich nur wenig Kohlensäure im Meerwasser enthalten; der Kohlensäuregehalt nimmt nach der Tiefe allmählich immer mehr zu, der Gehalt an Sauerstoff dagegen ab[1]. Die Pflanzen sind aber nicht im Stande, von dem größeren Kohlensäuregehalt des tieferen Meerwassers Gebrauch zu machen, da sie in ihrem Vorkommen an das Vorhandensein hinreichenden Lichtes gebunden sind. Nach WYV. THOMPSON kommen aus diesem Grunde unterhalb 200 Faden gar keine Pflanzen mehr vor. Wenn die Algen in Thiere einwandern, welche an der Meeresoberfläche oder doch nur in sehr geringen Tiefen sich aufhalten, so finden sie bei dieser Lebensweise die Vortheile der Tiefe (Kohlensäurereichthum) und die der Oberfläche (starke Belichtung) in schönster Weise vereinigt. Bis jetzt sind noch keine algenführenden Thiere aus Tiefen heraufbefördert, die unterhalb der Grenze des vegetabilischen Lebens liegen. Alle sind vielmehr hinreichend dem Lichte ausgesetzt und zugleich genügend durchsichtig, so dass ihre Algen vollauf Gelegenheit haben zu assimiliren.

Ungleich schwieriger ist die Frage zu beantworten, ob auch die Thiere Vortheil davon haben, dass sie Algen in ihren Geweben beherbergen, und worin diese Vortheile bestehen. Entweder kann die durch die Algen bewirkte Färbung den Thieren von Nutzen sein (v. GRAFF), oder aber die Vortheile sind in der Assimilationsthätigkeit zu suchen. Zu Gunsten der letzteren Annahme spricht die seit langer Zeit bekannte Thatsache, dass die algenführenden Thiere mehr als andere das Licht aufzusuchen scheinen. Die Vermuthung liegt nahe, dass sie dies thun, um den in ihnen lebenden Algen bessere Gelegenheit zur

[1] Nach WYVILLE THOMPSON (The Depth of the Sea. London 1873) sind in der vom Meerwasser absorbirten Luft nahe der Oberfläche im Mittel 20,7 %, bei 800 Faden Tiefe schon 33,7 % Kohlensäure enthalten.

Digitized by Google

Assimilation zu geben. SCHULZE hat außerdem gezeigt, dass die Algen in Hornschwämmen nur bis zu 2 oder 5 mm Tiefe in der Rindenschicht vorkommen. Bei anderen Thieren kann man leicht dasselbe constatiren. Bei Actinien, den Acanthometren und anderen Radiolarien finden sie sich immer da, wo sie nicht vom thierischen Farbstoff verdeckt sind. In fast allen Fällen zeigt sich, dass die Algen nur in denjenigen Körpertheilen von Thieren vorkommen, in welchen sie gut assimiliren können. Finden sich aber die Algen in Theilen, die eigentlich nicht belichtet sind, wie dies z. B. bei Echinocardium der Fall ist, wo die Algen vorzugsweise in den Ambulacralfüßen der Unterseite vorkommen, so kommt ihnen das Thier zu Hilfe. Echinocardium z. B. liegt stets auf dem Rücken und kehrt die Mundseite mit den Algen immer dem Lichte zu.

Bei der Assimilationsthätigkeit werden bekanntlich von den Algen aus Kohlensäure und Wasser organische Stoffe und Sauerstoff producirt. Es fragt sich nun weiter, ob die Thiere ihre Algen desswegen bei der Assimilationsthätigkeit unterstützen, weil ihnen der producirte Sauerstoff oder aber die neugebildeten Nährstoffe von Nutzen sind. Wie ich unten ausführen werde, ist es vorläufig weder bewiesen noch wahrscheinlich, dass die Sauerstoffproduction seitens der Algen eine angenehme oder nützliche Gewebsrespiration bei den Thieren bewirkt; dagegen kann ich meine früher bereits ausgesprochene Ansicht von der Bedeutung der Algen für die Ernährung der Thiere im Folgenden besser begründen als es bisher geschehen ist. Dass außerdem auch, wie v. GRAFF (88) meint, die durch die Algen hervorgerufene grüne Färbung als »Schutzfärbung« dem Wirthe zu Gute kommen müsse, ist für die mit grünen Algen versehenen Thiere gewiss durchaus zutreffend. Elysia, die gern auf Ulvablättern umherkriecht, ist vortrefflich gegen Nachstellungen geschützt, eben so Hydren und grüne Infusorien, die sich auf Lemnen, Charen und anderen Wasserpflanzen festgesetzt haben. Andererseits ist aber ein solcher Vortheil bei den mit gelben, bezw. braunen Algen versehenen Thieren in den meisten Fällen sicher ausgeschlossen. Bei den Radiolarien bewirken die gelben Zellen gar keine Färbung des ganzen Thieres; für sie kann also ein derartiger Vortheil nicht bestehen. Auch für die Actinien dürfte er nur gering sein. Aiptasia und Ceriactis haben braune Tentakeln, wenn sie gelbe Zellen enthalten, — farblose, wenn sie derselben entbehren. Die glashellen, farblosen Tentakeln werden aber Feinden, deren sich die betreffenden Actinien nicht erwehren können, weniger sichtbar sein, als die braun gefärbten. Für die pelagische Cassiopeia ist die lebhafte

Digitized by Google

Gelbbraunfärbung sogar unzweifelhaft mehr nachtheilig als vortheilhaft. Ähnlich ist es mit anderen Thieren, welche gelbe Zellen enthalten.

1. Bedeutung der Algen für die Ernährung der sie beherbergenden Thiere.

In meinen bisherigen Veröffentlichungen über das Zusammenleben von Algen und Thieren suchte ich zu zeigen, dass die Zoochlorellen und Zooxanthellen in morphologischer Beziehung allerdings total verschieden sind von Chlorophyllkörpern, dass sie aber in physiologischer Hinsicht ihnen fast ganz entsprechen. In der Leibessubstanz der Thiere befinden sich Algen, die wie Chlorophyllkörper functioniren. Die Function der echten (pflanzlichen) Chlorophyllkörper besteht in der Assimilationsthätigkeit, und eben so ist die hauptsächlichste Bedeutung der Algen für die Pilze, mit denen sie zu Flechten vergesellschaftet sind, in der Ernährung zu suchen. Man kann also die Zooxanthellen und Zoochlorellen nur dann den Chlorophyllkörpern der Pflanzen an die Seite stellen und von einer Parallele der Phytozoen mit den Flechten sprechen, wenn man nachweist, dass die Algen in den Thieren dieselbe Rolle spielen, wie die Chlorophyllkörper in den Pflanzen und die Algen in den Flechten, d. h. wenn man zeigt, dass die Algen zur Ernährung der Thiere wesentlich beitragen können.

Nimmt man aber an, dass die Thätigkeit der Algen für ihre Thierwirthe hauptsächlich oder womöglich allein in der Lieferung von Sauerstoff bestehe, dass die Algen besonders für die Athmung der Thiere von Wichtigkeit seien, so darf man das Zusammenleben von Algen und Thieren auch nicht mit der Flechtensymbiose vergleichen und den Algen in den Phytozoen nicht die Rolle der pflanzlichen Chlorophyllkörper zuschreiben. Dass bei der Bildung von Stärke aus Wasser und Kohlensäure auch Sauerstoff frei wird, ist für die einzelne Pflanze jedenfalls sehr wenig bedeutungsvoll. Die Pflanze wird zwar eher Vortheil als Schaden durch den in ihr producirten Sauerstoff haben; aber sie ist nicht auf ihn angewiesen. Ähnlich ist das Verhältnis bei den Flechten. Sauerstoff finden die Pilze da, wo sie mit Algen zu Flechten vereinigt leben, in mehr als hinreichender Menge. Da sie aber nicht im Stande sind, sich selbst zu ernähren, so sind sie ganz auf die Assimilationsthätigkeit der Algen angewiesen. Ganz ähnlich kann man sich auch bei den Phytozoen die Beziehung zwischen dem Thierwirth und den

Digitized by Google

Algenmietherinnen vorstellen. Alle Phytozoen, welche ich bis jetzt kennen gelernt habe, leben in sauerstoffreichem Wasser, oft aber unter Bedingungen, in welchen sie wenig Gelegenheit haben, sich nach Art von Thieren durch Aufnahme und Verdauung von anderen Lebewesen zu ernähren.

Was für Nutzen hätte wohl auch ein Thier, das Algen enthält, oder ein Pilzmycel, das mit Algen zu einer Flechte vergesellschaftet ist, von der Sauerstoffproduction seitens der eingemietheten Algen? Wenn das Thier oder der Pilz wesentlich darauf angewiesen wäre, so könnte es auch nicht eine einzige Nacht überdauern. Nur während der hinreichend hellen Tageszeit, also in vielen Fällen nur während der Hälfte oder des dritten Theiles der 24 Tagesstunden, produciren die Algen Sauerstoff. In der ganzen übrigen Zeit hauchen sie nur Kohlensäure aus. So lange die Sauerstoffproduction dauert, kommt die geringe Menge der von den Algen ausgeathmeten Kohlensäure gar nicht in Betracht; sobald aber die Belichtung und damit die Sauerstoffproduction aufhört, würde das Thier bezw. der Pilz um so mehr belästigt oder wohl gar geschädigt werden, je größeres Sauerstoffbedürfnis sie haben. Das Bedürfnis, Sauerstoff einzuathmen, haben alle organischen Wesen fortwährend; dagegen sind sie nicht auf unaufhörliche Ernährung angewiesen. Wenn also die Assimilationsthätigkeit der Algen für die Thierwirthe irgend welche wesentliche Bedeutung haben soll, so kann dieselbe in erster Linie nur in der Lieferung von Nahrungsstoffen bestehen, während die gleichzeitig dabei stattfindende Sauerstoffproduction nur von untergeordneter Bedeutung für das Thier sein wird.

Es wurde vorhin angedeutet, dass sich gelbe Zellen vorzugsweise in Thieren finden, welche weniger Gelegenheit haben, andere Organismen zu fressen. Da gerade in solchen Fällen eine Ernährung durch die Algen von großem Vortheil sein muss, so wären einige dieser Fälle namhaft zu machen. Die gelben Zellen finden sich besonders in festsitzenden oder in flottirenden pelagischen Thieren. Velellen und Radiolarien sind kaum im Stande sich zu bewegen, geschweige denn ihre Beute zu verfolgen. Wenn sie sich in animalischer Weise ernähren wollen, so müssen sie sich damit begnügen, dass ihnen von den Bewegungen des Wassers Thiere zugeführt werden, oder dass die Opfer selbst in den Bereich der Nesselkapseln bezw. Pseudopodien sich bewegen. Die festsitzenden Thiere sind noch weit eher, als die pelagischen, befähigt, Beute zu fangen, so die Vorticellen, Bryozoen und besonders auch die Actinien und Korallen. Jedenfalls sind aber auch sie in viel höherem Grade als die freier und energischer Bewegungen

Digitized by Google

fähigen Thiere auf Zufall und Gelegenheit bezüglich der Habhaftwerdung ihrer Beute abhängig.

Ist es schon auffallend, dass die gelben Zellen sich besonders in Thieren finden, welche wenig Gelegenheit haben, Beute zu erlangen, so wird die Bedeutung der Algen als Ernährer ihrer Wirththiere noch sehr viel wahrscheinlicher durch die Thatsache, dass viele algenführenden Thiere gar keine Nahrung aufnehmen. Ein besonders schönes Beispiel hierfür bieten die coloniebildenden Radiolarien (Sphaerozoiden). In meiner kurzen Mittheilung über Untersuchungen an Radiolarien (62, p. 398) führte ich bereits an, dass man in jungen Exemplaren von Collozoum pelagicum, die etwa 50—100 Centralkapseln besitzen, häufig gar keine oder nur vereinzelte gelbe Zellen findet. Später machte ich darauf aufmerksam (72, p. 142), dass alte Colonien von Collozoum, Sphaerozoum etc. niemals größere thierische oder pflanzliche Fremdkörper enthielten, von denen sie sich nach Art der Thiere ernähren könnten, wohl aber zahlreiche gelbe Zellen. Auf Grund früherer, noch nicht veröffentlichter und außerdem neuer, speciell diesem Zwecke gewidmeten Untersuchungen an Tausenden von alten und jungen Sphaerozoiden lassen sich die bereits mitgetheilten Thatsachen noch erheblich vervollständigen. Junge Collozoen (C. inerme, pelagicum und coeruleum) besitzen, wenn überhaupt, nur wenige gelbe Zellen. Die von der extracapsulären Sarkode ausstrahlenden, reich verzweigten Pseudopodiengeflechte treten durch die noch schlaffe, wasserreiche Gallerte bis an die Oberfläche derselben und ragen dann frei ins Wasser hinein. Wie bereits von anderen Forschern angegeben ist, erhalten dadurch die Colonien eine klebrige Oberfläche. Organische und unorganische, im Wasser schwebende Partikel, ferner allerlei kleine Thiere und Pflanzen bleiben an den vorgestreckten Pseudopodien kleben, so wie sie dieselben berühren, und werden allem Anscheine nach verdaut. Sie bleiben dabei im Allgemeinen an der Oberfläche der Gallerte und weisen alle Stadien des allmählichen Zerfalls auf. Im Innern der Gallerte findet man nur Organismen, die einer selbständigen und ziemlich energischen Bewegung fähig sind. Sie können nur dadurch hineingelangt sein, dass sie sich selbst in die Gallerte eingebohrt haben; dagegen können sie nicht von den zarten Pseudopodien in die elastische und sehr widerstandsfähige Gallerte hineingezogen sein.

Junge Individuen von Sphaerozoiden sind, je nach der Menge der organischen und unorganischen Bestandtheile des Wassers, in welchem sie sich befinden, mehr oder weniger stark mit Fremdkörpern incrustirt,

Digitized by Google

alte Exemplare dagegen besitzen stets eine nahezu vollkommen reine Oberfläche der Gallerte und enthalten in ihrer Gallerte nur in leicht erklärbaren Ausnahmefällen irgend welche der Verdauung unterworfene Fremdkörper. Die Gallerte ist sehr viel consistenter als bei jungen Individuen; sie besitzt etwa dieselbe Consistenz wie die knorplige Schirmgallerte von Rhizostoma und anderen Medusen. Die Pseudopodien sind eben so zart wie bei jungen Exemplaren, doch ragen sie weit weniger und in geringerer Zahl über die Oberfläche der Gallerte hervor, so dass die Colonie fast gar nicht klebrig ist. Man findet auch an der Gallertoberfläche nur ganz vereinzelte kleine Diatomeen etc., deren Gesammtmasse im Vergleich zur Masse der Radiolariencolonie jedoch so gering ist, dass sie kaum zur animalischen Ernährung von einigen, geschweige denn von vielen tausend Centralkapselmassen (Einzelindividuen) ausreichend sein kann.

Nur in einem einzigen Falle bemerkte ich in einer Colonie, und zwar von Sphaerozoum punctatum, einen Copepoden, der seiner Größe nach wohl geeignet gewesen wäre, die ganze Colonie zu ernähren. Der kleine Krebs, den Herr Dr. W. Giesbrecht als Anomalocera Patersonii bestimmte, war noch vollständig am Leben und befreite sich nach einiger Zeit wieder von der gallertigen Umhüllung. Eben so wie sich der Krebs selbständig befreit hat, kann er auch nur durch eigene Thätigkeit in die Radiolariencolonie hineingelangt sein; denn es ist völlig undenkbar, dass die feinen Pseudopodien den kräftigen Krebs einige Secunden festgehalten hätten, oder dass sie ihn gar in die äußerst elastische, knorpelartige Gallerte hätten hineindrücken können. Der Krebs muss sich vielmehr selbst in die Gallerte hineingebohrt haben. Ein weniger kräftiges Thier hätte vielleicht in die Gallerte hineingelangen können, aber nicht wieder heraus. Wenn zufällig ein Beobachter das Thier dann in halbverdautem Zustande in der Radiolariencolonie fände, würde er vielleicht zu der irrigen Annahme verleitet werden, dass die Radiolarien größere Thiere erbeuten könnten.

Eine rein animalische Ernährung ist für die älteren Exemplare von Sphaerozoiden sicher ausgeschlossen; andererseits macht der Umstand, dass alle großen Radiolariencolonien, welche ich untersuchte, stets verhältnismäßig bedeutend mehr gelbe Zellen als die jungen Exemplare enthielten, eine vegetabilische Ernährungsweise nahezu gewiss. Während bei jungen Colonien 0—2 oder 3 gelbe Zellen auf je eine Centralkapsel kamen, fanden sich bei alten im Umkreise jeder Centralkapselmasse mindestens 6 oder 10, meist noch sehr viel mehr, bis 20 oder 30, gelbe Zellen. Bei Sphaerozoum acuferum, welches sehr große

Digitized by Google

Centralkapseln besitzt, finden sich sogar bis 100 gelbe Zellen an einer Centralkapsel.

So lange die Radiolariencolonien nur wenige gelbe Zellen enthalten, ernähren sie sich vorzugsweise in animalischer Weise, — davon zeugen die zahlreichen angeklebten, der Verdauung unterworfenen Fremdkörper. Wenn sie aber größere Mengen dieser Algen enthalten, so lassen sie sich von diesen Nährstoffe produciren, ernähren sich also in vegetabilischer Weise. Die Wechselbeziehung zwischen den coloniebildenden Radiolarien und ihren gelben Zellen ist sogar eine so innige, dass keine der Sphaerozoiden ihren Entwicklungskreis durch Zerfall in zahllose Zoosporen abschließt, ohne längere Zeit hindurch wie eine Pflanze gelebt zu haben. Ich habe wenigstens trotz zahlreicher, eigens darauf gerichteter Untersuchungen niemals ein junges Thier, das nur wenige Algen enthielt, Schwärmer produciren sehen, sondern nur große Exemplare, welche mit sehr zahlreichen gelben Zellen versehen waren. Diese auffallende Thatsache kann jedoch auch darin ihren Grund haben, dass das vegetative Leben der Radiolarien sehr lange dauert, und dass die Thiere während dieser Zeit fortwährend den Einwanderungen von Algenschwärmern, die im Meerwasser sehr häufig vorkommen, ausgesetzt sind.

Meine Beobachtungen über die Ernährungsweise der Radiolarien stehen mit den Angaben Haeckel's, des einzigen Forschers, welcher bisher Mittheilungen über die Ernährung der Radiolarien gemacht hat, durchaus nicht — wie neuerdings von mehreren Seiten behauptet wurde — in Widerspruch. In dem ganzen, diesem Gegenstande gewidmeten Abschnitt seiner Monographie (15, p. 135 ff.) erwähnt er der Sphaerozoiden mit keinem Wort. Als Beispiele macht er nur die Aulacanthen, welche gar keine gelben Zellen enthalten, und die Thalassicollen namhaft. Er beschreibt bei diesen Thieren das Festkleben von allerlei Fremdkörpern in ähnlicher Weise, wie ich es oben gethan habe. Ein Satz zeigt aber sehr deutlich, dass auch schon Haeckel die Anzahl der festgehaltenen Fremdkörper zur Ernährung der Radiolarien zu gering erschien. Auf pag. 140 seiner Monographie sagt er: »Dass die aufgenommenen festen Stoffe allein zur Nahrung dienen, ist nicht wahrscheinlich; eben so gut ist es denkbar, dass organische oder unorganische Substanzen direct assimilirt werden.«

Ähnlich wie die Radiolarien geben auch viele Süßwasserthiere (gewisse Heliozoen und Amöben, ferner einige Infusorien) die animalische Ernährungsweise auf, wenn sie genügende Mengen von lebenden Algen in ihrem Protoplasma enthalten. In ihnen fand ich nie fremde halb-

Digitized by Google

verdaute Organismen, wohl aber oft so reichliche Mengen von lebenden Algen, dass gar kein Platz für aufzunehmende andere Körper vorhanden war. Auch Géza Entz (81, p. 463) führt eine Reihe von Protozoen an, welche nach seinen Beobachtungen keine Nahrungsstoffe mehr von außen aufnehmen, wenn sie zahlreiche Pseudochlorophyllkörper enthalten: *Paramecium Bursaria*, *Vorticella Campanula*, *Vaginicola crystallina*, *Stichotricha secunda* und *Acanthocystis turfacea*.

Während nun auch bei manchen Protozoen die Anpassung an die in ihnen lebenden Algen so groß ist, dass sie sich ganz von ihnen erhalten lassen und von dem, ihnen selbst innewohnenden Vermögen, andere Organismen nach Art von Thieren zu verdauen, gar keinen oder nur ganz unzureichenden Gebrauch machen, findet man unter Coelenteraten und den anderen höher organisirten Thieren trotz des reichlichen Vorhandenseins von Algen häufig der Verdauung unterworfene Thiere. Hydren, Actinien, Velellen und andere Coelenteraten ziehen alle thierischen Organismen, deren sie habhaft werden können, in ihre Verdauungshöhle hinein und machen sich jedenfalls einen großen Theil ihrer Körpersubstanz zu Nutze. Daraus kann man aber nicht folgern, dass bei diesen Phytozoen, oder gar bei den Phytozoen überhaupt, die Algen gar nicht zur Ernährung ihrer Wirthe beitragen. Wie ich glauben möchte, kann man aus dieser Beobachtung an Coelenteraten noch nicht einmal schließen, dass bei den Actinien etc. noch irgend ein dringendes Bedürfnis nach animalischer Ernährungsweise vorhanden sei. Jedenfalls bedürfte diese Anschauung erst noch einer eingehenden experimentellen Prüfung.

Der hauptsächlichste oder vielleicht sogar einzige Grund für die Thatsache, dass die Coelenteraten trotz des Besitzes zahlloser Algen noch andere Thiere fressen und so weit wie möglich verdauen, besteht wohl in der maßlosen Gefräßigkeit dieser Thiere. Sehr interessant und, wie ich glaube, für meine Ansicht sprechend ist folgende von Jickeli[1] (80)

[1] Gegen meine irrthümliche Ansicht, dass Hydra viridis nur eine algenführende Varietät von Hydra grisea sei (72, p. 137), macht Jickeli mit Recht geltend, dass zwischen H. viridis und H. grisea bereits gewichtige entwicklungsgeschichtliche und morphologische Unterschiede nachgewiesen sind, die eine solche Annahme, wie ich sie ausgesprochen habe, nicht zulassen. Ein anderes, von Jickeli geltend gemachtes Argument kann ich nicht ohne Weiteres als zwingend anerkennen. Er meint, »dass H. grisea wohl keine grünen Körper mehr aufnehmen kann, weil sie eben bereits ähnliche, aber gelblich gefärbte in ihren Entodermzellen besitzt«. Wie aber Carter und Eilh. Schulze für Spongien, Entz für Infusorien und ich für Velella gezeigt haben, ist es nicht ungewöhnlich, dass zwei oder mehr verschiedene Arten von Algen in einem Thiere, ja in derselben Zelle eines Thieres vorkommen.

Digitized by Google

neuerdings veröffentlichte Beobachtung: »Jeder, der Süßwasserpolypen längere Zeit beobachtet, kann sich allerdings überzeugen, dass diese Thierchen recht lange zu hungern vermögen, dass dieselben aber reichlich fressen, wenn ihnen entsprechende Nahrung — am besten kleine Crustaceen — geboten wird. Unter Umständen scheinen sich dieselben geradezu zu Tode zu fressen, denn bringt man, um das Wachsthum möglichst zu beschleunigen oder geschlechtliche Fortpflanzung zu erzielen, große Mengen von Crustaceen zu den Polypen, so sieht man dieselben ununterbrochen mit dem Bewältigen und Verzehren der Beute beschäftigt, bald pflegt dann aber, wenn man nicht die gehörige Grenze im Füttern eingehalten, ein allgemeines Absterben einzutreten.« — Wenn Hydren, die keine Algen enthalten, im Übermaß Nahrung aufnehmen und daran zu Grunde gehen, so werden algenführende Hydren wohl erst recht jede Gelegenheit benutzen, thierische Nahrung aufzunehmen. Es ist ja ohnehin fraglich, ob den Hydren und den Actinien, welche exquisite Fleischfresser sind, die von Pflanzen bereitete Kost angenehm ist. Jedenfalls wird diesen Thieren die Aufnahme thierischer Nahrung eine sehr wohlthuende Abwechslung bieten. Die Beobachtung vom Vorhandensein halbverdauter Thiere in Phytozoen verliert durch JICKELI's schöne Untersuchung sehr an Gewicht. Wenn Thiere sich zu Tode fressen, so werden sie auch dann noch Speise aufnehmen, wenn sie bereits durch die in ihnen lebenden Algen hinreichend ernährt sind.

Für mich handelt es sich vorläufig um die Frage, ob solche Thiere von ihren Algen ernährt werden können, und diese Frage kann nicht durch Beobachtungen allein entschieden werden, sondern bedarf einer experimentellen Prüfung. In erster Linie galt es festzustellen, ob algenführende Thiere in filtrirtem Wasser längere Zeit zu leben vermögen als algenfreie Exemplare derselben Species. Ferner musste sich bei algenführenden Exemplaren ein Unterschied ergeben, wenn man sie in filtrir-

---

Dass ferner thierisches Pigment und Pflanzenfarbstoffe sich nicht vollständig ausschließen, zeigen Thalassicolla (Fig. 46, 47), Rhizostoma, die in den Saugtentakeln außer gelben Zellen auch rothgelbe Pigmentkörner besitzt, ferner Acanthometren, mehrere Actinien etc. — Wenn nun auch der Name Hydra grisea für algenfreie Exemplare von H. viridis unrichtig ist, so glaube ich trotzdem aus meinen früheren Beobachtungen schließen zu dürfen, dass auch Exemplare von Hydra viridis vorkommen, welche zunächst frei von Algen sind und erst durch Einwanderung von Algen grün werden. — Nach HAMANN soll ich behauptet haben, »dass Hydra viridis und fusca identische Arten seien«. Eine derartige Behauptung habe ich jedoch niemals ausgesprochen.

Digitized by Google

tem Wasser längere Zeit dem Tageslichte aussetzte oder aber, unter sonst gleichen Bedingungen, dunkel hielt. Ein derartiger Unterschied musste dagegen fehlen, wenn man algenfreie Exemplare derselben Species oder auch verwandte algenfreie Thiere belichtete oder im Dunkeln züchtete.

Zu Versuchen in dieser Hinsicht wählte ich zunächst die Actinien, die sich auch in mehr als einer Hinsicht als ganz besonders geeignet erwiesen. Ihre außerordentliche Lebenszähigkeit erschien mir zwar anfangs bedenklich; doch erwies gerade diese Eigenschaft sich bei den Versuchen als besonders vortheilhaft. Hauptsächlich wegen der ganz ungewöhnlichen Widerstandsfähigkeit der Actinien und wegen ihrer Fähigkeit, monatelang vollkommen zu hungern, ist der Erfolg der Experimente an diesen Thieren viel augenfälliger als bei weniger zähen Phytozoen. Radiolarien, die ich später, allerdings nur vorübergehend, zu Versuchen verwendete, ließen sich nicht länger als 12 bis 13 Tage züchten. Bei einer so kleinen Zeit machte es einen kaum merklichen Unterschied aus, ob die betreffenden Exemplare belichtet wurden oder nicht. Da außerdem Radiolarien Durchlüftung des Wassers wegen der damit verbundenen Erschütterungen nicht ertragen können, so konnte immer ein erheblicher Einwand nicht ausgeschlossen werden. Wenn die dunkel gehaltenen Exemplare früher in filtrirtem Wasser zu Grunde gingen als die belichteten, so hätte man bei den ersteren den Mangel an Sauerstoff als Todesursache anführen können. Die Algen können ja im Dunkeln nicht assimiliren, also auch keinen Sauerstoff ausscheiden. Die belichteten Radiolarien bekämen also von ihren gelben Zellen nicht allein Nährstoffe, sondern auch Sauerstoff, die dunkel gehaltenen dagegen keins von beiden. Ich konnte für die Radiolarien keine Versuchsanordnung finden, bei welcher die mangelhafte Ernährung als einzige Todesursache möglich gewesen wäre. Sehr viel besser sind, wie bereits bemerkt, die Actinien für Versuche zu verwenden. Auf diese beziehen sich daher auch ausschließlich die nachstehenden Experimente.

1) Der erste Versuch wurde mit Anthea cereus var. plumosa angestellt, und zwar in folgender Weise: Zwei möglichst gleiche Exemplare dieser Actinie wurden in zwei gleich große Gefäße gebracht, welche mehrfach filtrirtes Wasser (3000 ccm) enthielten. Beide Wassermengen wurden gut durchlüftet. Das eine Gefäß wurde einfach mit einem Glasdeckel zugedeckt und so aufgestellt, dass es nicht directes Sonnenlicht, aber doch hinreichendes Licht erhielt. Über das andere Gefäß dagegen wurde ein dickwandiger Holzkasten gestülpt, so dass

Digitized by Google

diese zweite Anthea gar kein Licht erhielt. Wie spätere Versuche zeigten, macht es übrigens nichts aus, wenn eine kleine Lichtmenge in das Culturgefäß hineinfällt, da ja die Algen eines ziemlich intensiven Lichtes für die Assimilationsthätigkeit bedürfen. Jedenfalls befand sich bei diesem Versuche die eine Anthea in hinreichendem Lichte, die andere dagegen bei sonst gleichen Bedingungen in Dunkelheit, so dass in dem ersten Falle die gelben Zellen als Chlorophyllkörper functioniren konnten, im letzteren dagegen nicht. In der ersten Woche des Versuches war bei den beiden Exemplaren kein Unterschied bemerkbar. Am Ende der zweiten Woche aber wurden von der dunkel gehaltenen Anthea schleimige Fetzen und braune Ballen ausgeworfen. Dann wurde im Laufe der nächsten Wochen die Anthea welk und schlaff und starb schließlich genau einen Monat nach Beginn des Versuches. Wenige Tage später war sie vollständig zerfallen. Das belichtete Exemplar war nicht allein nach vierwöchentlichem Aufenthalt in filtrirtem Wasser noch vollkommen lebensfrisch, sondern auch nach fünf weiteren Monaten. Ja, es theilte sich sogar zuerst in zwei, später in drei Theile, trotzdem es während des ganzen Halbjahres niemals das Geringste zu fressen bekam.

2) Nach diesem ersten Versuche, der das erwartete günstige Resultat ergeben hatte, galt es zunächst einige Einwände auszuschließen. Man könnte ja zunächst behaupten, dass dem Thiere der ungewohnte Aufenthalt im Dunkeln schädlich sei. Dass aber die Actinien an und für sich gegen Lichtabschluss nicht besonders empfindlich sind, zeigten einige Versuche mit *Cerianthus membranaceus*, einer Actinie, welche keine gelben Zellen enthält. Es wurden vier Exemplare dieser Actinie auf zwei Gläser, die mit filtrirtem Wasser gefüllt waren und gut durchlüftet wurden, vertheilt. Das eine Glas wurde durch Überstülpen eines geschwärzten, für Licht vollkommen undurchdringlichen Kastens vom Licht abgeschlossen, das andere aber nur zugedeckt. Das Wasser wurde mehrmals durch frisches, stets sorgfältig filtrirtes Wasser ersetzt. Nach drei Monaten starb der eine belichtete Cerianthus, am Ende des vierten erst die zwei dunkel gehaltenen und zehn Tage später das zweite belichtete Exemplar. In Folge des langen Fastens nahmen sämmtliche Exemplare sichtlich an Größe ab; dagegen veränderte sich die Farbe gar nicht.

Der bedeutende Unterschied, welchen die algenführende Anthea und der algenfreie Cereanthus bei demselben Versuche zeigen, macht es sehr wahrscheinlich, dass Anthea wegen der in ihr enthaltenen Algen Licht unbedingt braucht. Cerianthus lebt im Dunkeln ziemlich eben so

Digitized by Google

gut wie im Lichte, auch wenn er nicht besonders gefüttert wird. Dass aber die Finsternis selbst auf die Actinien keinen sehr schädlichen Einfluss ausübt, zeigen noch einige andere, nachher anzuführende Versuche.

Außerdem könnte man gegen den ersten Versuch mit Anthea einwenden, dass das massenhafte Absterben von Tausenden von Algen dem Thiere nachtheilig sei, und dass im Dunkeln die Fäulnis verhindernden Algen nicht zu gedeihen vermögen, dagegen Spaltpilze üppig wuchern können. Dass der erste Einwand nicht zutreffend ist, geht daraus hervor, dass Anthea und, wie ich sogleich zeigen werde, auch Aiptasia und Ceriactis das Absterben ihrer Algen ganz gut überleben und meist wochenlang nachher noch ganz normal sind. Sie sind gut ausgestreckt und reagiren auf mechanische und thermische Reize ganz wie algenführende Exemplare.

Wichtiger ist der andere Einwand, dass eine der Todesursachen dunkel gehaltener Phytozoen in dem Fauligwerden des Wassers besteht. Man kann jedoch diese Gefahr leicht dadurch beseitigen, dass man die Thiere immer wieder in frisches, gut filtrirtes Meerwasser bringt. Mit Ausnahme der bis jetzt mitgetheilten Versuche an Anthea und Cerianthus sind auch alle meine Experimente in der Weise angestellt, dass sowohl bei den belichteten als den unbelichteten, den algenführenden wie den algenfreien Exemplaren das Wasser in den ersten Wochen des Versuches jeden zweiten oder dritten Tag, später nach 8—10 Tagen durch frisches, mehrfach filtrirtes Meerwasser ersetzt wurde.

Endlich könnte man behaupten, dass nicht Mangel an Ernährungsmaterial, sondern Mangel an Sauerstoff die dunkel gehaltene Anthea des ersten Versuches getödtet habe. Die mit gelben Zellen versehenen Thiere erhalten ja, so lange sie belichtet werden, stets reichliche Mengen von Sauerstoff in Folge der Assimilationsthätigkeit ihrer Algen, während die dunkel gehaltenen von den gelben Zellen gar keinen Sauerstoff erhalten können. Wenn also auch in beiden Fällen in gleich starker Weise Luft von außen zugeführt wird, so werden doch die belichteten in sauerstoffreicherem Wasser leben als die unbelichteten. Aber auch dieser Einwand ist aus verschiedenen Gründen hinfällig. Zwei derselben werde ich bei dem nächsten Experiment, einen dritten später anzuführen haben.

3) Der dritte Versuch wurde mit 12 gleich großen und gleich gefärbten Exemplaren der kleinen Varietät von *Aiptasia diaphana* ange-

Digitized by Google

stellt. Diese 12 Exemplare wurden auf zwei größere (mit je 800 ccm) und drei kleinere (400 ccm) Gefäße in der Weise vertheilt, dass in die großen Cylindergläser (A, B) je drei, in die kleinen (C—E) je zwei Exemplare gesetzt wurden. Ein großes und ein kleines Gefäß (A, C) wurden belichtet, die zwei entsprechenden anderen (B, D) vollkommen vom Lichte abgeschlossen und das fünfte endlich (E) nur so weit verdunkelt, dass die gelben Zellen unmöglich assimiliren konnten. Alle Aiptasien wurden in gut filtrirtem Meerwasser gehalten, das namentlich in den ersten Wochen häufig erneuert wurde. Die Luftzufuhr fand bei den Gefäßen A—D in übereinstimmender, bei dem fünften (E) dagegen in dreifach stärkerer Weise statt. Die erheblich stärkere Durchlüftung bei dem dunkel gehaltenen Gefäße E wurde besonders desswegen vorgenommen, weil festgestellt werden sollte, wie weit die im Dunkeln sistirte »Gewebsrespiration« als Todesursache der vom Lichte abgeschlossenen Phytozoen zu betrachten sei.

Schon nach 8—14 Tagen fingen die dunkel gehaltenen Exemplare an, braune Ballen auszuwerfen. Wie die Untersuchung zeigte, bestanden diese Ballen aus lebensfähigen gelben Zellen, welche bei Belichtung Assimilationsproducte bildeten und in einem belichteten Glase weiter lebten. Auch in den nächsten Wochen wurden bräunliche Ballen, an denen oft noch Entodermfetzen der Aiptasia hingen, ausgeworfen, wobei die dunkel gehaltenen Aiptasien immer blasser wurden. Von der achten Woche des Versuches an wurde von ihnen nichts mehr ausgeworfen. Von den 12 Aiptasien war zwar noch kein einziges Exemplar gestorben, doch waren nur die belichteten Thiere vollkommen normal, gut ausgestreckt und so braun gefärbt, wie bei Beginn des Versuches, während die dunkel gehaltenen meist vollkommen zusammengezogen waren oder doch ihre Tentakeln retrahirt hatten und gänzlich frei von Farbstoff waren. Sie erschienen nun in zusammengezogenem Zustande weißlich, später, als sich einige wieder ausstreckten, glashell.

Es wurde nun eine kleine Änderung des Versuches vorgenommen, weil an den Aiptasien des Gefäßes E festgestellt werden sollte, ob sie vielleicht noch gelbe Zellen enthalten. Allerdings erschienen die Aiptasien von E farblos, eben so wie die in vollkommener Finsternis gehaltenen Aiptasien in B und D, auch ließ sich in abgeschnittenen Tentakelstücken niemals eine gefärbte Zooxanthella nachweisen; es war aber möglich, dass bei dem achtwöchentlichen Aufenthalt im Halbdunkel vereinzelte gelbe Zellen im Thiere zurückgeblieben waren und ihren Farbstoff eingebüßt hatten, so dass man sie nicht von den Gewebselementen des Wirththieres unterscheiden konnte. Die

Digitized by Google

Beantwortung dieser Frage ist desshalb von großer Wichtigkeit, weil damit entschieden wird, ob die Algen unter Umständen auch als echte Schmarotzer in den Thieren leben können. Da in allen Gefäßen, so auch in E, sich mehrfach filtrirtes Wasser befand, so war eine Einwanderung gelber Zellen von außen ausgeschlossen. Wenn also gelbe Zellen in den Geweben der Aiptasien des Gefäßes E sichtbar wurden, so konnte dies nur dadurch geschehen, dass entfärbte gelbe Zellen im Innern des Thieres wieder Farbstoff bildeten. Die Änderung des Versuches bestand darin, dass E von der neunten Woche an belichtet wurde. An den übrigen Gefäßen wurde dagegen nichts geändert.

In der zehnten Woche starb dann die erste Aiptasia (aus Gefäß D) und im Verlaufe der nächsten zwei Wochen noch drei weitere Exemplare (zwei aus B und eins aus E). Der Tod erfolgte bei allen in übereinstimmender Weise. Die Thiere strecken sich nicht mehr aus, sondern bleiben stets zusammengezogen. Sie schrumpfen mehr und mehr zusammen, und wenn sie etwa zu der Größe eines Stecknadelknopfes reducirt sind, stülpen sie sich um, so dass die Tentakeln nach innen, die Mesenterialfilamente nach außen gerichtet sind. Die letzteren bewegen sich noch einige Zeit schlängelnd hin und her, schließlich stellen auch sie die Bewegungen ein, und das Thier zerfällt zu einem Klümpchen, das aus den Hüllen zahlloser Nesselkapseln und krümeligem Detritus besteht. Der Hungertod fand bei Aiptasia stets in derselben Weise statt, während bei Erwärmung und bei Erstickung der Tod in anderer Weise eintritt.

Nach drei Monaten waren nur noch je eine Aiptasia in den Gefäßen B, D und E. Von diesen starben eine am Ende des vierten, die zweite am Anfang des fünften Monats (B und E); und die letzte erreichte noch den Anfang des siebenten Monats. Alle starben unter ganz allmählicher Verkümmerung den Hungertod. Die vom Beginn des Versuches an belichteten fünf Aiptasien in den Gefäßen waren dagegen sämmtlich noch im achten Monat so lebenskräftig, wie bei Anfang des Versuches. Sie schienen brauner und etwas kleiner geworden zu sein; sonst ließ sich keine Veränderung an ihnen wahrnehmen. Von den 12 Aiptasien sind also die sieben dunkel gehaltenen nach $2^1/_2$ bis 6 Monaten gestorben, während alle fünf belichteten am Leben geblieben sind.

Die Todesursache der dunkel gehaltenen oder mangelhaft belichteten Exemplare von Aiptasia kann nur in der gänzlich ausgeschlossenen Ernährung liegen. Das Wasser war stets vollkommen rein, so dass von einer Schädigung der Thiere durch Verwesen von ausgeworfenen Stoffen

Digitized by Google

der Aiptasia nicht die Rede sein kann. Ferner zeigt der Umstand, dass einige der Aiptasien das Auswerfen der gelben Zellen noch monatelang überlebten, dass auch die Häutungsprocesse, die gleichzeitig mit dem Auswerfen der Algen stattfinden, die Thiere nicht so sehr schwächen, dass sie daran zu Grunde gehen müssten. Vier Aiptasien erholten sich allerdings nicht davon, sondern starben 2—4 Wochen nachher, ohne sich noch einmal ordentlich auszustrecken; dagegen blieben die anderen drei noch lange Zeit am Leben. Wenn also auch bezüglich der ersten vier dem Absterben und Auswerfen der gelben Zellen eine Bedeutung eingeräumt werden muss, so kann doch für den Tod der drei letzten unmöglich die Ursache darin bestehen. Endlich zeigt auch der Versuch mit den Aiptasien im Gefäße E, dass weder die mangelnde Belichtung noch der Mangel an Sauerstoff den Tod der dunkel gehaltenen Exemplare hat herbeiführen können. Während der ersten acht Wochen wurde ja das Gefäß nur so weit verdunkelt, dass die gelben Zellen der Aiptasien nicht assimiliren konnten. Nachdem dann die gelben Zellen, ganz wie in den absolut finsteren Gefäßen, vollständig von den Aiptasien ausgeworfen waren, half auch gute Belichtung nichts mehr. Sie gingen eben so schnell zu Grunde, wie die fortwährend in vollständiger Finsternis gehaltenen Aiptasien. Auch übte es bei ihnen keinen sichtbaren Einfluss aus, dass sie besser als die dunkel gehaltenen, und besser sogar als die belichteten, mit Sauerstoff versorgt wurden.

Es bleibt hier nur eine Erklärung für das Absterben der Aiptasien: die mangelnde Ernährung. Die belichteten Exemplare erhielten von den gelben Zellen Assimilationsproducte geliefert, die unbelichteten dagegen erhielten gar keine Nahrungsstoffe und gingen desshalb unter fortschreitender, ganz allmählicher Verkümmerung zu Grunde. — Nach diesem Versuche scheint es fast, als ob Aiptasia sehr viel länger zu hungern vermöchte, als die zum ersten Experimente benutzte Anthea. Wie ich aber bereits hervorgehoben habe, unterließ ich bei meinen beiden ersten Versuchen einige Vorsichtsmaßregeln, die das Resultat zweifelhaft machen. Aus dem ersten Versuche folgt mit Sicherheit nur, dass Antheen im Lichte monatelang in filtrirtem, durchlüftetem Wasser ohne Nahrungszufuhr gedeihen, im Dunkeln aber bei sonst gleichen Bedingungen sterben.

4) Um auch für Anthea festzustellen, ob, wie bei Aiptasia, allein durch vollständige Nahrungsentziehung der Tod herbeigeführt werden könne, stellte ich einen Versuch an, der mit dem ersten fast übereinstimmt und nur darin von ihm abweicht, dass ich mich diesmal der

Digitized by Google

anderen algenführenden Varietät bediente und das filtrirte Wasser sehr häufig erneuerte. Von zwei Gefäßen, die je zwei Exemplare von *Anthea cereus* var. *smaragdina* enthielten, wurde das eine (A) belichtet, das andere (B) vollkommen dunkel gehalten. Wie bei Aiptasia warfen die dunkel gehaltenen Exemplare während der ersten zwei Monate viele braune Klumpen aus und wurden dabei immer blasser. Nach achtwöchentlichem Aufenthalt im Dunkeln enthielten die Antheen des Gefäßes B gar keine gelben Zellen mehr, wenigstens wurden von dieser Zeit an gar keine braunen Klumpen oder Flöckchen mehr ausgeworfen. Die Antheen erschienen nun sehr viel blasser als die belichteten, waren jedoch nicht wie die dunkel gehaltenen Aiptasien vollkommen farblos. GEDDES (76) und KRUKENBERG (83) haben bereits darauf aufmerksam gemacht, dass die grünlich braune Färbung der Antheen nicht von den gelben Zellen allein herrührt, sondern dass noch thierischer Farbstoff daneben vorhanden ist. Bei der Varietät *A. cer. smaragdina* ist der Leib nach monatelangem Aufenthalt im Dunkeln noch blass grünlichbraun gefärbt. Die Tentakeln sind weiß und nur die Spitzen derselben mit einem violetten Farbstoff versehen. Die andere Varietät *A. cer. plumosa* erscheint in vollkommen algenfreiem Zustande ähnlich wie smaragdina, nur fehlt die rothe Färbung der Tentakelspitzen.

Bei Aiptasia waren einige Exemplare wenige Wochen nach dem vollständigen Auswerfen der gelben Zellen gestorben. Dies trat bei Anthea nicht ein. Die eine dunkel gehaltene Anthea theilte sich sogar in zwei, so dass im Ganzen drei Exemplare in dem Gefäße B sich befanden. Bei Beginn des fünften Monats waren noch alle drei anscheinend ganz normal und ließen sich von den beiden belichteten Exemplaren nur durch viel schwächere Färbung unterscheiden.

Wie beim vorigen Versuche wurde nun eine kleine Änderung vorgenommen. Es wurde nämlich das eine der drei dunkel gehaltenen Exemplare aus dem Gefäße B herausgenommen und in einem anderen Glase dem Lichte ausgesetzt. Trotz ausreichender Belichtung waren bei diesem Exemplar auch nach mehreren Wochen noch keine gelben Zellen bei mikroskopischer Untersuchung eines abgeschnittenen Tentakelstückes zu erkennen. Es waren also eben so wenig wie bei den dunkel gehaltenen Aiptasien entfärbte gelbe Zellen im Thiergewebe zurückgeblieben. Vom Beginn des sechsten Monats an wurde dann dasselbe Thier nicht mehr in filtrirtem, sondern in fortwährend circulirendem Meerwasser, das reich an Algen war, gehalten. Schon nach den ersten zwei Wochen trat eine blassgrünliche, später eine deutliche bräunlichgrüne Färbung der vorher farblosen Tentakeln ein. Wie die

Digitized by Google

Untersuchung zeigte, waren zunächst vereinzelte, nach vier Wochen aber schon sehr zahlreiche gelbe Zellen in den Tentakeln vorhanden.

Der Hauptversuch ist leider noch nicht beendet. Die beiden dunkel gehaltenen Antheen leben noch jetzt, obwohl der Versuch schon vor beinahe sieben Monaten begonnen wurde. Ich kann daher das Resultat erst in einem Nachtrage mittheilen.

5) Um auch in anderer Weise als bisher zu zeigen, dass die algenfreien Aiptasien, Antheen etc. in filtrirtem, durchlüftetem Wasser den Hungertod sterben, wurden einige Exemplare gefüttert, die anderen nicht. Zu diesem Versuche wurden weißlichgrüne Exemplare von *Anthea cereus* var. *plumosa* verwendet, welche nach monatelangem Aufenthalt in einem schwach belichteten Aquarium sich allmählich vollkommen ihrer gelben Zellen entledigt hatten. Drei solche Antheen wurden in eben so vielen Gläsern in durchlüftetem, filtrirtem Wasser, das häufig erneuert wurde, dem Lichte ausgesetzt. Sie behielten die blasse Färbung des Leibes bei und ließen bis zu ihrem Tode bei mikroskopischer Untersuchung keine gelben Zellen in ihren Tentakeln erkennen. Der Tod trat, ähnlich wie bei Aiptasia, unter allmählicher Verkümmerung ein und erfolgte bei dem einen Exemplar nach drei Wochen, bei dem zweiten nach sechs und dem dritten nach acht Wochen. Das frühe Absterben dieser Antheen liegt wohl hauptsächlich daran, dass sie schon vor Beginn des eigentlichen Versuches monatelang nicht gefüttert wurden, so dass sie allein auf die mikroskopischen Organismen, welche das circulirende Wasser ihnen zuführte, angewiesen waren.

Zwei andere algenfreie Exemplare von Anthea cereus var. plumosa wurden ebenfalls in filtrirtem, durchlüftetem Wasser gehalten, aber jeden sechsten bis achten Tag mit kleinen Fischstückchen gefüttert. Sie leben noch jetzt, d. h. vier Monate nach Beginn des Versuches.

6) Ein ähnlicher Versuch wurde mit einer anderen algenführenden Actinie, nämlich *Ceriactis aurantiaca*, angestellt. Ich setzte mehrere Exemplare dieser Species in ein großes Becken, das mit zuströmendem Wasser gut versorgt wurde, aber so aufgestellt war, dass die Algen nicht darin gedeihen konnten. In einem anderen Becken, das nur dem Lichte genügend exponirt war, sonst aber dieselben Verhältnisse darbot, befand sich eine Anzahl anderer Exemplare. Während die letzteren grünbraun gefärbte Tentakeln behielten, wurden die Tentakeln der anderen immer blasser und schließlich glashell.

Einige Wochen nachdem ich in den schlecht belichteten Ceriactis-Exemplaren keine gelben Zellen mehr nachzuweisen vermochte, begann

Digitized by Google

der eigentliche Versuch. In vier Gefäße wurde je eine Ceriactis gesetzt, und zwar zwei aus dem gut belichteten und zwei aus dem ungenügend belichteten Becken. Die Gefäße enthielten gut filtrirtes Wasser, das durchlüftet wurde. Die eine algenfreie Ceriactis (C) wurde stärker mit Luft versorgt, als die andere (D) und die beiden braunen Exemplare (A, B). Während an den letzteren auch nach viermonatlichem Aufenthalt in filtrirtem Wasser noch keine erhebliche Veränderung zu constatiren war, starb die eine algenfreie Ceriactis (C) schon nach drei, die andere (D) nach vier Wochen. Später starb dasjenige Exemplar, das kurz vor Beginn des Versuches noch mit Fischstücken gefüttert war, während sowohl das andere algenfreie Individuum (C) als die beiden algenführenden wochenlang vor Beginn des Experimentes ganz allein auf die kleinen Organismen, welche ihnen durch das circulirende Wasser zugeführt wurden, angewiesen waren. Die stärkere Luftzufuhr konnte bei der algenfreien Ceriactis (C), eben so wenig wie früher bei der entsprechenden Aiptasia, den Tod aufhalten. Dem Absterben ging auch, wie bei dem Hungertode der Aiptasien, ein allmählich immer stärker werdendes Zusammenschrumpfen des Körpers voraus.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die eingemietheten Algen ihre Wirthtiere ernähren können. Früher hatte ich (72, p. 143) bereits festgestellt, dass grüne *Spongillen* bei Belichtung monatelang in filtrirtem Wasser prächtig gedeihen und dass auch *Hydra viridis* fünf Wochen und länger in belichtetem filtrirtem Wasser zu leben vermag. Außerdem hat L. v. Graff (88, p. 77 Anm.) constatirt, dass grüne Exemplare von *Vortex viridis* im Dunkeln nach sieben Tagen farblos werden und nach 18 Tagen sämmtlich zu Grunde gehen, dass dagegen im Lichte gehaltene *Convoluten* 4—5 Wochen lang hungern können.

2. Die Art und Weise der Ernährung der Thiere seitens der in ihnen lebenden Algen.

Nachdem ich festgestellt hatte, dass die gelben Zellen ihre Thierwirthe ernähren können, suchte ich die Art und Weise zu ermitteln, wie dies geschehe. In dieser Hinsicht galt es festzustellen, ob die gelben Zellen als solche dem Thiere zur Nahrung dienen können oder ob vielleicht von den gelben Zellen im Überfluss producirte Stoffe von den Thieren weiter verarbeitet und verwerthet werden. Im ersteren Falle würden die gelben Zellen selbst verdaut werden, im letzteren aber am Leben bleiben. A priori hat die letztere Anschauung

Digitized by Google

mehr Wahrscheinlichkeit für sich als die erstere; denn wenn überhaupt gelbe Zellen im thierischen Protoplasma zu leben vermögen, so werden sie, so lange die Bedingungen unverändert bleiben, ewig leben. Sie vergrößern sich und nehmen durch häufige Theilung an Zahl zu. Schließlich müssen sie zu einer solchen Menge anwachsen, dass das Thier sie nicht mehr beherbergen kann. Eine Aiptasia, die zunächst wenige gelbe Zellen enthielt und ganz hellbraun erschien, wurde — auch bei Ausschluss einer Einwanderung neuer gelber Zellen von außen — durch fortgesetzte Zunahme der gelben Zellen schließlich dunkelbraun, weil die Entodermzellen sich immer mehr mit Zooxanthellen füllten. Endlich waren alle Entodermzellen mit Algen vollgepfropft. Es fragte sich nun, wo blieben die gelben Zellen, die bei weiterer Zunahme der Gesammtmasse dieser Algen schließlich nicht mehr von den Algen zu beherbergen waren. Entweder konnten sie in andere Gewebe einwandern oder die Actinie verdaute fortwährend einen Theil der gelben Zellen, so dass die Gesammtmenge nicht das Maximum überschreiten konnte, oder endlich alle überflüssigen Zooxanthellen wurden ausgeworfen, resp. wanderten aus. Die Untersuchung der verschiedensten algenführenden Actinien ergab zunächst, dass die Verbreitung der Algen stets auf das Entoderm beschränkt bleibt. Ferner konnte constatirt werden, dass alle in filtrirtem Wasser gehaltenen und zugleich belichteten Actinien mit gelben Zellen *lebende und sich weiter entwickelnde Algen* auswarfen. Endlich konnte ich mich nie bei Radiolarien (incl. Acanthometriden), bei Actinien und Velellen von dem Vorhandensein solcher Zooxanthellen, die sichtliche Spuren der Verdauung an sich trugen, überzeugen (s. o., p. 237). Daraus glaube ich folgern zu dürfen, dass im Allgemeinen die Phytozoen den Überschuss an Algen nicht durch Verdauung sich zu Nutze machen, sondern einfach auswerfen. Eine erhebliche Änderung des Verhältnisses zwischen Thier und Algen, die allein dazu führen kann, dass die Algen ganz oder theilweise vom Thier verdaut werden, kann, wie ich glaube, nur dann eintreten, wenn das Thier sich an dunkle Orte oder überhaupt in Verhältnisse begiebt, in denen die Algen nicht weiter leben können. In solchen Fällen allerdings müssen die Algen nach und nach absterben und könnten dann vielleicht den verdauenden Einflüssen des umgebenden thierischen Protoplasma nicht länger widerstehen. Nach meinen bisherigen Erfahrungen über das Verhalten dunkel gehaltener Phytozoen (Aiptasia, Anthea) scheint es zwar, als ob die abgestorbenen oder im Absterben begriffenen Algen vom Thiere *unverdaut* ausgestoßen würden, doch ist es ja immerhin möglich, dass in anderen Fällen unter

Digitized by Google

sonst gleichen Bedingungen die Algen ganz oder theilweise verdaut werden. Es ist auch denkbar, dass die Algen nur in einem Zustande innerhalb der Thiere zu leben vermögen, dass sie aber in anderen Entwicklungsstadien von dem thierischen Protoplasma, in welchem sie sich befinden, verdaut werden können.

Géza Entz (67 und 81) hat in neuerer Zeit sehr interessante Mittheilungen über das Verdautwerden grüner Algen in Infusorien gemacht. Nach seinen Untersuchungen können sich die Algen nur dann als Pseudochlorophyllkörper im Ectoplasma von Infusorien einnisten, wenn sie der Gefahr, im Entoplasma verdaut zu werden, glücklich entronnen waren. Enthält das Ectoplasma mehr Algen, als es beherbergen kann, so werden die Pseudochlorophyllkörper in das Entoplasma gedrängt und hier verdaut. Außerdem überzeugte er sich bei Hydra viridis, »dass die Pseudochlorophyllkörperchen verdaut werden: jene dunkelbraunen und schwärzlichen Körnchen, welche schon von Kleinenberg in den Entodermzellen der Hydra viridis beobachtet wurden, sind eben nichts Anderes, als die unverdaubaren Reste der verdauten Pseudochlorophyllkörperchen«[1]. Entz hebt ausdrücklich hervor, dass die algenführenden Infusorien »entweder omnivor sind, oder aber sich hauptsächlich oder ausschließlich von einzelligen Algen und Flagellaten ernähren«. Im letzteren Falle ist es gewiss weniger auffallend, dass die Algen verdaut werden, als dass sie im Ectoplasma weiter leben. Dagegen ist die von Entz constatirte Thatsache, dass auch die fleischfressende Hydra ihre Pseudochlorophyllkörper verdaut, schwer mit meinen Beobachtungen an Actinien vereinbar. Vielleicht geben weitere Untersuchungen die wünschenswerthe Aufklärung.

Wenn gleich die Möglichkeit zugegeben werden muss, dass unter gewissen Verhältnissen und in bestimmten Zuständen die Algenmiethertinnen vollständig vom Thier verdaut werden und so zu seiner Ernährung beitragen können, so ist doch dieser Fall bei vielen Thieren, z. B. Actinien und Radiolarien, nicht zutreffend. Im Allgemeinen werden die Thiere auf eine andere Weise von den in ihnen lebenden Algen ernährt werden, nämlich dadurch, dass sie die Assimilationsproducte, welche die Algen im Überschuss bei Belichtung liefern, sich nutzbar machen. Der Nachweis für diese, zunächst gewiss nicht unwahrscheinliche Annahme ließe sich dadurch beibringen, dass man Assimilationsproducte

[1] Durch diese Angabe wird die Auffassung der grünen Körper als eingemiethete Algen sehr erheblich gestützt. Dass ein Thier seine eigenen Chlorophyllkörper verdauen sollte, ist im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Digitized by Google

der Algen auch im Thierplasma auffindet. Wenn man ohne vorhergegangene Belichtung nie, andererseits aber nach starker Belichtung stets freie Körner von gelben Zellen im Thierplasma nachweisen kann, so ist damit auch entschieden, dass gewisse, von den Algenmietherinnen erzeugte Stoffe den Thieren zu Gute kommen.

Von vorn herein erschien es allerdings nicht sehr wahrscheinlich, dass man wenig oder gar nicht veränderte feste Körner der gelben Zellen außerhalb derselben fände. Da sich ja fast bei allen Zooxanthellen eine deutliche bläschenförmige Membran nachweisen ließ, so musste man eher erwarten, die Abkömmlinge der gelben Zellen in flüssiger Form im Thiere zu finden. Der mikrochemische Nachweis flüssiger Stoffe hat aber meist sehr große Schwierigkeiten; außerdem wäre es nicht ganz leicht gewesen, zu zeigen, dass diese verflüssigten Substanzen Abkömmlinge der Assimilationsproducte von gelben Zellen seien. Jedenfalls galt es zunächst festzustellen, wie sich belichtete und dunkel gehaltene gelbe Zellen unterscheiden. Substanzen, die in ersteren fehlen, in letzteren dagegen vorkommen, konnte man ungezwungen als Assimilationsproducte auffassen.

Von zwei *Antheen*, welche längere Zeit in diffusem Tageslichte unter denselben Verhältnissen gelebt hatten, wurden die gelben Zellen auf ihr Verhalten gegen polarisirtes Licht und reines Jod untersucht. Bei beiden Exemplaren erwiesen sich die gelben Zellen im Wesentlichen übereinstimmend, sowohl bezüglich der Färbbarkeit gegen reines Jod, als auch in Bezug auf Menge und Größe der doppelbrechenden Körner. Darauf wurde das eine Exemplar für 24 Stunden vom Lichte vollkommen abgeschlossen, das andere dagegen drei Stunden lang der Einwirkung directen Sonnenlichtes ausgesetzt. Bei dem letzteren Exemplar wurde dafür gesorgt, dass die Temperatur während der dreistündigen Belichtung nicht höher als 27° stieg (s. u., p. 281). Nach Ablauf der 3, resp. 24 Stunden wurden die Zooxanthellen beider Exemplare möglichst schnell untersucht. Die gelben Zellen der stark belichteten Anthea unterschieden sich sehr erheblich von den vorher untersuchten Proben desselben Exemplares. Die Zahl der doppelbrechenden Körner hatte bedeutend zugenommen, und außerdem färbten sich die hohlen Stärkekörner rascher und intensiver mit reinem Jod als vorher. Umgekehrt hatte sich bei den gelben Zellen der dunkel gehaltenen Anthea die Zahl der doppelbrechenden Körner, so wie die Färbbarkeit der hohlen Stärkekörner bei Jodbehandlung verringert

Der Versuch wurde bei Anthea noch dreimal, stets mit demselben Erfolge, wiederholt. Immer war die Anzahl der doppelbrechenden

Digitized by Google

Körnchen sehr viel größer nach directer Belichtung (Fig. 101—103), als nach indirecter Belichtung (Fig. 98—100) oder gar Lichtabschluss. Eben so steigerte sich mit der Belichtung die Färbbarkeit der hohlen Stärkekörner mit Jod sehr erheblich. In den gelben Zellen der intensiv belichteten Antheen wurde aber nicht allein die Wand des hohlen Kornes stärker gefärbt als in denjenigen der mäßig oder gar nicht belichteten Antheen, sondern es färbte sich auch die centrale Vacuole, die sonst ungefärbt bleibt. Mir schien es übrigens auch, als ob bei Belichtung die Wand des Stärkekornes an Dicke zunähme, und als ob man weniger selten als sonst volle Stärkekugeln antreffe; doch ist das schwer mit voller Sicherheit zu entscheiden.

Ferner wurden auch von anderen Phytozoen die gelben Zellen vor und nach intensiver Belichtung untersucht, so bei *Aiptasia* (Fig. 104, 106), *Ceriactis*, *Cassiopeia*, *Velella* und verschiedenen *Radiolarien*. Bei den gelben Zellen der Velellen (Fig. 109) und Radiolarien ist der Erfolg der Belichtung um so auffallender, als die feinen doppelbrechenden Körnchen, welche schon nach halb- bis einstündiger intensiver Belichtung in großer Anzahl in der Nähe der Membran vorhanden sind, nur ganz vereinzelt vorkommen oder sogar gänzlich fehlen, so lange die Thiere in mäßigem diffusem Lichte gehalten werden.

In fast sämmtlichen bisher untersuchten Fällen konnte mit Bestimmtheit festgestellt werden, dass die gelben Zellen zwei verschiedene Assimilationsproducte enthalten: die hohlen Stärkekörner und die doppelbrechenden feinen Körnchen. Meine Bemühungen, das eine oder das andere dieser beiden Assimilationsproducte auch außerhalb der gelben Zellen, im Körper des Wirththieres, aufzufinden, sind nicht ohne Erfolg geblieben. Allerdings sind die Untersuchungen hierüber noch nicht abgeschlossen; doch zeigen schon die bis jetzt erreichten Resultate, dass unzweifelhafte Assimilationsproducte von gelben Zellen auch frei im Thiere vorkommen.

1) Bei Acanthometriden, namentlich *Acanthometra tetracopa*, fand ich häufig frei im Protoplasma unverletzter Thiere die charakteristischen hohlen Stärkekörner, die sich, eben so wie die in gelben Zellen befindlichen, mit Jod violett färbten. Da jeder Druck auf das Thier vollständig vermieden war, so kann nicht davon die Rede sein, dass die Hohlkugeln erst bei der Untersuchung aus den Zellen herausgequetscht sind. Dagegen kann man einwenden, dass jedes freie Stärkekorn den Überrest einer verdauten gelben Zelle darstellt. Ich habe zwar nie etwas wahrgenommen, was dafür spräche, dass gelbe Zellen von Acanthometriden verdaut werden; damit lässt sich aber der Einwand nicht genügend

Digitized by Google

beseitigen. Der Verdacht, dass es sich in diesem Falle um Theile von verdauten Algen handelt, wird wesentlich vermehrt durch einige Beobachtungen von G. Entz an chlorophyllführenden Infusorien (81, p. 457): »Die verhältnismäßig großen Chlorophyllkörperchen des *Stentor igneus* enthalten gewöhnlich eine größere Anzahl ganz ähnlicher weinrother oder amethystfarbiger Körnchen, wie sie in manchen Algen, z. B. in den Cosmarien, vorkommen. Dieselben Körnchen kommen auch massenhaft frei im Ectoplasma des Stentor igneus vor; da nun Chlorophyllkörperchen, welche mit den genannten Körnchen ganz erfüllt sind, massenhaft im Zerfallen anzutreffen sind, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die amethystfarbigen Körnchen, welche dem Stentor igneus die eigenthümliche Färbung verleihen, sich in den Chlorophyllkörperchen bilden.«

2) Wenn es auch bezüglich der Stärkehohlkugeln, die ich frei in den Acanthometren antraf, noch zweifelhaft ist, ob sie aus lebenden gelben Zellen in das Thierplasma übergegangen sind, so ist doch bei einer anderen, ähnlichen Beobachtung jeder Einwand ausgeschlossen. Bei *Collozoen* fand ich nach Jodbehandlung zu wiederholten Malen zahlreiche kleine Stärkekörnchen im Protoplasma des Thieres. Da sie besonders häufig auf der äußeren Oberfläche der gelben Zellen und in der Nähe vollkommen intacter gelber Zellen vorkommen, und da sie außerdem in Form, Größe und Mangel der Doppelbrechung ganz mit den innerhalb der gelben Zellen nach Belichtung vorhandenen kleinen Stärkekörnchen übereinstimmen, so darf man sie wohl als frei gewordene Assimilationsproducte der gelben Zellen ansprechen. Bei verschiedenen algenführenden *Acanthometren* konnte ich ebenfalls solche mit Jod färbbaren Körnchen auffinden und zwar hauptsächlich in der Nähe der gelben Zellen selbst. Dagegen ließen sie sich nicht nachweisen in Acanthometren, welche gar keine gelben Zellen enthielten. Endlich habe ich auch bei *Collozoum* und *Sphaerozoum* wiederholt nach Jodbehandlung große, mehr blassviolette Flecke in der extracapsulären Sarkode bemerkt, welche wohl halbverdaute Stärke darstellen.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass die Assimilationsproducte der lebenden gelben Zellen den Thieren theilweise zu Gute kommen. Die Algen können auf diese Weise ihre Thierwirthe ernähren und entsprechen somit in ihrer Function den Chlorophyllkörpern der Pflanzen. Vielleicht werden die Algen desswegen im Thiere stärker assimiliren, weil ihnen weit mehr Kohlensäure zur Verfügung steht, als außerhalb derselben, im freien Wasser.

Digitized by Google

3) Dass Stärke auch in der Sarkode von Schwämmen vorkommt, habe ich oben (p. 228) bei Gelegenheit des Vorkommens von Algen bereits angeführt. CARTER (12, 20) und KELLER (42) haben sie in verschiedenen Schwämmen entdeckt, ohne jedoch auf das Vorhandensein oder Fehlen von Algen Rücksicht zu nehmen. CARTER[1] fasst seine Resultate über das Vorkommen von Stärke in Spongien in folgendem Satze zusammen: »Starch, impalpable, diffuse, or amorphous, and in the common potato form of grains, although much more compressed, is common in Spongilla and probably in sponges generally.« Einige Jahre später machte KELLER noch genauere Angaben über das Vorkommen von Stärke. Er constatirte, dass manche Schwammzellen von Spongilla etc. eine große, farblose Vacuole enthalten, deren flüssiger Inhalt bei Jodbehandlung entweder farblos bleibt oder sich blau bis violett färbt. Die Vacuole war oft so groß, dass das Zellprotoplasma mit dem Kern und den grünen Körpern nur einen dünnen Überzug bildete. Wenn die blau gefärbten Zellen mit Kalilauge behandelt wurden, entfärbten sie sich und schwollen oft um das acht- oder zehnfache ihres ursprünglichen Volumens an. Wurde das Kali durch Säuren neutralisirt und hierauf wieder Jod zugesetzt, so erfolgte aufs Neue eine Bläuung. Der Vacuoleninhalt war nicht doppelbrechend und löst sich nicht in kaltem Wasser oder in Alkohol. Hieraus schließt KELLER, dass Amylum in gelöster Form in den Schwammzellen vorhanden ist, und dass das Lösungsmittel in der Zelle erst vorbereitet wird, bevor Stärke darin auftritt. »Physiologisch betrachtet, hätten wir also in der gelösten Stärke einen Reservestoff, der sich zeitweise in großer Menge bildet, um zu anderen Zeiten im Organismus verbraucht zu werden.« Dass bei dieser Bildung von Stärke möglicherweise die grünen Körper eine Rolle spielen, erwähnt er nicht. LANKESTER (73) hat KELLER's Entdeckung von freier Stärke in den Spongillazellen bestätigt. Er fand außer den großen, mit stärkeartiger Substanz erfüllten Vacuolen auch kleine Amylumkörner. Ferner beobachtete er, dass der Vacuoleninhalt sich bei Behandlung mit Carmin intensiv färbt und schließt daraus auf das Vorhandensein einer albuminoiden Substanz. Über die Herkunft der Stärke scheint sich LANKESTER keine klare Ansicht gebildet zu haben, wenigstens sagt er einmal, die Stärke der Spongien stehe in keiner Abhängigkeit von den sogenannten Chlorophyllkörpern und erklärt wenige Seiten später das Gegentheil für wahrscheinlich. Einmal sagt er (73, p. 242): »It is of importance to notice that neither granules nor vacuoles

[1] Ann. Mag. Nat. Hist. 4. S. Vol. 16. 1875. p. 38.

Digitized by Google

of amyloid substance appeared to have any relation to the chlorophyll-corpuscles«, — und später (73, p. 246): »I have been driven to the conclusion, that the activity of the chlorophyll-corpuscles in these animals in sunlight gives rise to a body similar to that which arises under the same conditions in plants, but that in place of being deposited in the corpuscle as starch-grains, it is rapidly diffused and chemically changed in the surrounding protoplasm of the cell. In Spongilla, under certain circumstances, it is deposited as amyloid substance (after diffusion) in the large vacuoles described above.«

Um die Angaben über das Vorhandensein von Stärke in Schwämmen zu prüfen, behandelte ich drei von KELLER untersuchte Spongien, die Herr Dr. VOSMAER in Alkohol conservirt hatte und mir für diesen Zweck freundlichst zur Verfügung stellte, zunächst mit Wasser, um die Gewebe wieder vom Alkohol zu befreien, und dann mit starker Jodlösung. Während bei Suberites flavus nur Braunfärbung eintrat und sich gar keine blau gefärbten Körner oder Kugeln erkennen ließen, fand ich bei Suberites massa und bei Geodia gigas sowohl feine Körnchen als auch große Kugeln (bis 0,02 mm Durchmesser), die violett oder intensiv blau gefärbt waren. Salzsäure veränderte die Färbung gar nicht, verdünnte Kalilauge dagegen beseitigte sie.

Nach den mitgetheilten Beobachtungen erscheint es kaum noch zweifelhaft, dass die Algen durch Lieferung von Stärke zur Ernährung ihrer Wirththiere beitragen.

3. Sauerstoffproduction der Phytozoen.

Dass eine lebhafte Gasentwicklung bei belichteten Phytozoen eben so gut wie bei Wasserpflanzen stattfinde, hatte bereits HOGG (2) bei *Spongilla*[1] festgestellt. GEDDES (43) hat dann in neuerer Zeit bei der grünen *Convoluta Schultzii* den wichtigen Nachweis geliefert, dass das bei directer Belichtung ausgeschiedene Gasgemenge viel Sauerstoff (45 bis 55 %) enthalte. Er hat zuerst bei einem thierischen Organismus die Entwicklung von Sauerstoff erkannt. Da aber schon längst durch MAX SCHULTZE (3) das Vorkommen von echtem Chlorophyll bei Turbellarien und anderen Thieren sicher gestellt, und auch später durch SORBY (33) und Andere auf spectroskopischem Wege echtes Chlorophyll in Thieren nachgewiesen war, so hatte das Ergebnis der Untersuchung von GEDDES

[1] S. o. pag. 225.

Digitized by Google

nichts Überraschendes. Aus dem Resultat konnte man nur den Schluss ziehen, dass das Chlorophyll in Thieren, eben so wie in Pflanzen, bei Lichtzutritt assimilirt, und das konnte man von lebendem echtem Chlorophyll kaum anders erwarten. Übrigens war auch nicht völlig unbekannt, dass eine Assimilation stattfinde, denn man kennt seit langer Zeit Stärke in chlorophyllführenden Thieren. Bei der großen Wichtigkeit, welche der Nachweis von echtem Chlorophyll in Thieren besitzt, war aber jede einzelne Thatsache, welche weitere Aufklärung darüber brachte, von großer Bedeutung.

Im Juli 1881 erschien dann eine Arbeit von TH. W. ENGELMANN (63), in welcher der Verfasser ein höchst scharfsinniges Mittel zum Nachweis kleinster Sauerstoffmengen empfiehlt. Die Bacterien haben ein großes Sauerstoffbedürfnis und sammeln sich immer an den sauerstoffreichsten Stellen eines Wassertropfens an. Bringt man Diatomeen, Euglenen oder Fadenalgen in einen Tropfen Bacterienflüssigkeit und deckt das Deckglas darauf, so sammeln sich alsbald lebhaft schwärmende Bacterien in der Nähe der Algen an. Verdunkelt man das Gesichtsfeld, so stellen die Bacterien die Bewegungen ein und zerstreuen sich. Lässt man wieder Licht einfallen, so sammeln sie sich unter Vornahme sehr lebhafter Bewegungen wieder bei den Diatomeen an. Mit Hilfe seines neuen Verfahrens stellte ENGELMANN unter Anderem fest, dass auch chlorophyllhaltige Thiere, wie *Paramecium bursaria* und *Hydra viridis* im Lichte sehr energisch Sauerstoff entwickeln; dass dagegen farblose Organismen (Amöben etc.), so wie chlorophyllfreie thierische Zellen keinen Sauerstoff abscheiden. Außerdem zeigte er, dass, besonders bei Hydra viridis, völlig isolirte »Chlorophyllkörper« noch lange fortfahren, im Lichte Sauerstoff auszuhauchen.

Dieses Verfahren eignet sich, wie auch VON GRAFF in seiner Monographie hervorhebt, besser als irgend ein anderes zur Untersuchung über die Sauerstoffproduction der in Thieren befindlichen und der isolirten Algen. Mit seiner Bacterienmethode hat uns ENGELMANN ferner ein ausgezeichnetes Mittel verschafft, rasch und sicher zu entscheiden, ob ein in Thieren vorkommender grüner, blaugrüner, rother oder brauner Farbstoff aus Chlorophyll besteht oder nicht, ob er thierischer oder pflanzlicher Natur ist.

GEDDES (68, 76) hat ferner im Januar 1882 Veröffentlichungen über Sauerstoffproduction seitens solcher Thiere, die gelbe Zellen enthalten, gemacht. Das Gasgemenge, welches folgende Organismen bei greller Belichtung während einiger Stunden entwickelten, nahm einen Raum

Digitized by Google

von etwa 2—5 ccm ein und enthielt gewisse Mengen von Sauerstoff, und zwar bei:

Ceriactis	21 %	Thiere mit gelben Zellen,
Velella	21—24 %	
Gorgonia	24 %	
Anthea cereus	32—38 %	
Diatomeen	42 %	Algen.
Haliseris	45 %	
Ulva	70 %	

Aus diesen Zahlen geht zweierlei hervor, erstens, dass die Algen selbst mehr Sauerstoff entwickeln als algenführende Thiere, und zweitens, dass Anthea cereus mit gelben Zellen mehr Sauerstoff ausscheidet als die drei übrigen untersuchten Phytozoen. Den ersten Unterschied erklärt GEDDES dadurch, dass die Differenz beim Passiren des Thierkörpers verbraucht und dem Thierwirth zu Gute gekommen ist; die andere Differenz daraus, dass Anthea verhältnismäßig viel mehr gelbe Zellen enthalte als Velella, Gorgonia und Ceriactis. Ob GEDDES zu der ersteren Folgerung berechtigt ist, wird nachher untersucht werden (s. u. p. 278).

Außerdem giebt noch LANKESTER (73, p. 238) an, dass es J. E. BLOMFIELD gelungen sei, bei *Hydra viridis* das bei Belichtung ausgeschiedene Gas aufzufangen und in demselben 33,3 % Sauerstoff nachzuweisen.

Vor kurzer Zeit hat endlich noch TH. W. ENGELMANN (87, p. 240) interessante Experimente gemacht über das Verhalten von verschiedenen algenführenden Ciliaten in sehr sauerstoffreichem oder sehr sauerstoffarmem Wasser, bei Lichtzutritt und bei Lichtabschluss. »Bei normalem oder etwas höherem Sauerstoffgehalt des Wassers sind die Thierchen meist sehr ruhig. Lange Zeit, oft minutenlang, bleiben sie auf derselben Stelle stehen. Sie reagiren dann durchaus nicht auf Licht.« Sinkt die Sauerstoffspannung nur wenig unter die Norm, so werden sie unruhig und suchen an Stellen zu gelangen, wo sie mehr Sauerstoff finden. Eben so wie Sauerstoffmangel beunruhigt andererseits auch bedeutende Erhöhung der Sauerstoffspannung die Paramäcien in sehr auffälliger Weise. Während sie im letzteren Falle das Licht fliehen, suchen sie es bei zu geringem Sauerstoffgehalt des Wassers auf.

Um die Sauerstoffproduction auch bei sehr kleinen Thieren mit gelben Zellen, z. B. Acanthometriden, bei denen an ein Auffangen des Gases nicht zu denken ist, so wie bei isolirten gelben Zellen

Digitized by Google

nachzuweisen, bediente ich mich der Bacterien-Methode ENGELMANN's. Ein Wassertropfen, welcher einige Exemplare von *Acanthometra elastica*, zahllose Fäulnisbacterien und Infusorien enthielt, wurde mit Deckglas bedeckt und mit Vaseline eingeschlossen. Als das Präparat belichtet wurde, sammelten sich binnen kurzer Zeit die Bacterien und Infusorien in der Nähe der einzelnen Acanthometren an und nahmen erheblich an Beweglichkeit zu. Wurde dann der Zutritt des Lichtes fast gänzlich verhindert, so kamen die Bewegungen alsbald zur Ruhe, um bei Wiederkehr des Lichtes von Neuem zu beginnen. Bei Lichtabschluss vertheilten sich die Bacterien im Tropfen, bei Lichtzutritt sammelten sie sich stets wieder bei den Acanthometren an, und zwar am stärksten an den Stellen, wo die gelben Zellen lagen. Mit *Acanthometra tetracopa* wurde derselbe Versuch angestellt. Das Resultat war dasselbe, ob man Exemplare nahm, die nur große unregelmäßige gelbe Zellen (Fig. 71) enthielten, oder die spindelförmigen (Labyrinthula-?) Zellen, oder endlich sehr kleine gelbe Körner (Pigmentkörner der Autoren). Dagegen fanden nie Ansammlungen von schwärmenden Bacterien statt im Umkreise von solchen Acanthometriden, die ganz farblos waren und der gelben Zellen gänzlich entbehrten.

Mit Hilfe des ENGELMANN'schen Verfahrens konnte außerdem Sauerstoffproduction bei Collozoen und bei isolirten gelben Zellen von verschiedenen Radiolarien und Anthozoen nachgewiesen werden.

Außer diesen directen Beweisen der Sauerstoffentwicklung chlorophyllführender Thiere giebt es auch einen indirecten, welcher bei lebenszähen Actinien stets sicher zum Ziele führt. Setzt man eine Anzahl von *Antheen* in Gläser, die mit Wasser gefüllt und dann verschlossen und zugekittet werden, so werden nur in denjenigen Gläsern die Antheen einige Zeit am Leben bleiben, welche gut belichtet werden, während sie in dunkel gehaltenen schon nach wenigen Tagen den Erstickungstod sterben. Einige Vorversuche zeigten, dass bei solchen Experimenten verschiedene Vorsichtsmaßregeln zu beobachten sind, wenn man ein zuverlässiges Resultat erhalten will. Das zu verwendende Wasser muss sorgfältig filtrirt sein; denn bleiben einige Algen darin, so ist das belichtete Thier dem unbelichteten gegenüber im Vortheil. Ferner sind die Actinien, welche man für Erstickungsversuche verwenden will, einer längeren Fastenzeit zu unterwerfen, am besten durch mehrwöchentlichen Aufenthalt in filtrirtem Wasser. Verabsäumt man diese Vorsicht, so geben leicht die während des eigentlichen Versuches ausgeworfenen Speisereste zum Verderben des Wassers Anlass. In solchem

Digitized by Google

Falle stirbt das belichtete Exemplar zuweilen früher als das unbelichtete. Außerdem gelingt der Versuch nur bei intensiver Belichtung. Bei mäßigem diffusem Tageslichte dagegen verhalten sich die in verschlossenen Gefäßen lebenden Antheen fast eben so wie bei vollständigem Lichtabschluss. Die Versuche wurden in der hellsten Jahreszeit, in den Monaten Juni und Juli auf der Südloggia der Zoologischen Station vorgenommen. Die Einwirkung directen Sonnenlichtes fand während des vierten oder fünften Theiles der 24 Tagesstunden statt. Die Wärmewirkung wurde nach Möglichkeit verhindert. Die Temperatur stieg nie über 28° C. und sank nie unter 22°. Unter solchen Umständen lebten Antheen in belichteten Gefäßen 6—7mal 24 Stunden, in dunkel gehaltenen Gefäßen höchstens 3mal 24 Stunden. Bei den sehr viel kleineren *Aiptasien* trat der Erstickungstod in dunkel gehaltenen Gefäßen nach 10 Tagen, in gut belichteten aber erst nach 5—6 Wochen ein.

Die Gefäße fassten 400 ccm Wasser und wurden stets fast bis zum Glasstöpsel gefüllt. Dass Aiptasia später als Anthea stirbt, ist nicht auffallend, da ja in sämmtlichen Versuchen die Thiere auf den gleichen Raum beschränkt waren, Aiptasia aber eine sehr viel geringere Körpermasse besitzt als Anthea. In allen Fällen konnten die Thiere nur so lange leben, bis der Sauerstoff in dem abgeschlossenen Raume verbraucht war. Die absorbirte Luft von 400 ccm Meerwasser enthält bei 20° C. ungefähr 2 ccm Sauerstoff. Die dunkel gehaltenen Antheen und Aiptasien waren ganz allein auf diese geringe Menge Sauerstoff angewiesen, irgend welche Zufuhr von Sauerstoff fand nicht weiter statt, da die Glasstöpsel sorgfältig mit Asphaltlack zugekittet waren. Dagegen verbrauchten die belichteten Antheen und Aiptasien nur bei Nacht und bei unzureichendem Tageslichte von dem ihnen zur Verfügung stehenden Sauerstoff und ersetzten während der directen Belichtung einen Theil desselben in Folge der Assimilationsthätigkeit ihrer Zooxanthellen. Man wird die Stärke der Sauerstoffproduction der gelben Zellen von Anthea auf Grund dieser Versuche — natürlich nur ganz ungefähr — abschätzen können. Wenn eine Anthea im Dunkeln nach drei Tagen zu Grunde geht, weil sie die 2 ccm Sauerstoff, welche ihr zur Verfügung standen, verbraucht hat, wenn dagegen eine eben solche Anthea bei natürlicher Belichtung erst nach sechs Tagen stirbt, so wird sie in der doppelten Zeit auch die doppelte Menge von Sauerstoff zur Verfügung gehabt haben. Die gelben Zellen werden also an jedem der sechs Tage etwa 0,66 ccm Sauerstoff producirt haben[1].

[1] Nach den Angaben von GEDDES (76, p. 383) lässt sich die in »einigen Stunden« erhaltene Menge Sauerstoff auf etwa 1 ccm berechnen.

Digitized by Google

GEDDES hat bereits eine zum Theil ähnliche Beobachtung gemacht. Er giebt (76, p. 387) an, dass Anthea in abgestandenem Wasser bei Belichtung ohne sichtbares Missbehagen zu leben vermag, während der Nacht aber stirbt, wenn man sie in dem Wasser lässt. Meines Erachtens zeigt diese Beobachtung eben so wie meine Erstickungsversuche nur, dass Sauerstoff von den algenführenden Thieren producirt wird, und dass sie unter ganz absonderlichen Bedingungen, die aber an den Aufenthaltsorten der betreffenden Thiere nie vorkommen, davon einen gewissen Nutzen haben können. Unter natürlichen Verhältnissen wird die Anthea sehr wenig davon haben, dass sie, so lange grelles Sonnenlicht sie bescheint, auch in schlechtem Wasser zu leben vermag. Ist das Wasser erst so weit verdorben, dass das Thier auf die Sauerstoffproduction seiner Algen angewiesen ist, so muss es nach Aufhören derselben, also beim Eintritt der Nacht, um so sicherer sterben. Diese kurze Galgenfrist von wenigen Stunden kann ihm im Kampfe ums Dasein nur wenig nützen.

Es ist unrichtig, wenn GEDDES behauptet, dass die algenführenden Thiere besser als die verwandten algenfreien Species in schlechtem Wasser zu leben vermögen. Von den im Allgemeinen äußerst zählebigen Actinien vermögen *Bunodes* und *Actinia mesembryanthemum* den Aufenthalt in schlechtem Wasser stets sehr viel besser zu ertragen, als *Aiptasia* und selbst *Ceriactis* und *Anthea*, obwohl gerade jene gar keine gelben Zellen besitzen, während die letzteren ganz vollgepfropft davon sind. Wenn man in einem großen Becken zahlreiche Actinien verschiedener Species zusammenhält, so stirbt stets *Anthea cereus* var. *plumosa* (die nach GEDDES am meisten gelbe Zellen von allen Actinien enthält) zuerst und schon bei ganz geringer Verunreinigung des Wassers, dann folgt *Aiptasia diaphana*, darauf *Anthea cereus* var. *smaragdina* (in der nach GEDDES nur sehr wenige gelbe Zellen vorhanden sein sollen). *Bunodes* dagegen und besonders *Actinia mesembryanthemum* sind durch Ausfaulen des Wassers kaum zu tödten. Den Versuch habe ich mehrmals und stets mit dem gleichen Erfolge bei einer großen Anzahl von Exemplaren angestellt. *Echinocardium* besitzt zwar eine außerordentliche Menge von gelben Zellen, trotzdem kann es nur in gut circulirendem Wasser leben. In einem Glase mit reinem Meerwasser überlebt es nie die zweite Nacht, wenn man nicht durch gute Circulation dafür sorgt, dass die von dem Echinocardium ausgestoßenen Fäces bald entfernt werden.

Radiolarien und viele andere pelagische Thiere sind in hohem Grade empfindlich gegen beginnende Fäulnis — ganz gleich, ob sie

Digitized by Google

Algen enthalten oder nicht. GEDDES hat Recht, wenn er sagt, dass *Velellaknospen* 14 Tage und länger in reinem Meerwasser leben. Für die Bedeutung der Sauerstoffproduction seitens der in ihnen lebenden Algen beweist das aber gar nichts, denn in unreinem Wasser können sie nicht existiren. Außerdem lassen sich die Scyphistoma-Larven von *Cassiopeïa* unter denselben Verhältnissen monatelang züchten, obwohl die gelben Zellen erst nach Verlauf von mehreren Wochen in sie einwandern. Endlich kann man ausgewachsene *Velellen*, die doch außerordentlich viele gelbe Zellen enthalten, nie länger als 2—3 Tage halten.

GEDDES' weitere Angabe, dass die algenführende *Cassiopeïa* wochenlang, die algenfreie *Pelagia* aber nur einen oder höchstens zwei Tage im Aquarium leben, entbehrt eben so, wie einige nachher anzuführende Angaben, genügend gesicherter factischer Unterlage. Zwischen der Lebenszähigkeit der beiden Quallen ist kein nennenswerther Unterschied vorhanden. Wenn aber selbst die von GEDDES gemachte Behauptung richtig wäre, so könnte man doch daraus noch gar nichts über den Nutzen der gelben Zellen folgern. Pelagia steht der Cassiopeïa viel zu fern, als dass auf die verschiedene Lebenszähigkeit beider viel Gewicht gelegt werden dürfte. Besser wäre es, die mit Cassiopeïa nah verwandte *Rhizostoma* zum Vergleich heranzuziehen. Rhizostoma enthält zuweilen gelbe Zellen, aber so wenige, dass sie gar nicht in Betracht kommen gegenüber der erstaunlichen Anzahl von Zooxanthellen in Cassiopeïa. In vielen Exemplaren von Rhizostoma lässt sich aber auch nicht eine einzige gelbe Zelle nachweisen. Bringt man nun einige Rhizostomen, einige Cassiopeïen und einige Pelagien bei sonst gleichen Verhältnissen in große Becken, so leben sie im Allgemeinen nur bis zum 10. oder 14. Tage. Pelagia und Rhizostoma, die frei von gelben Zellen sind, zeigen dieselbe Zähigkeit wie die algenführende Cassiopeïa. Ja, Rhizostoma lebt in manchen Fällen auch wohl 4—6 Wochen, während sich Cassiopeïa bei meinen Versuchen nur bis zum Ende der dritten Woche hielt. — Auch bei Thieren mit grünen Algen, z. B. *Spongillen*, kann man sich leicht davon überzeugen, dass sie zu Grunde gehen, sobald die ersten Fäulnisprocesse in dem Wasser, in welchem sie leben, stattfinden.

Ist es auch nach den bisher mitgetheilten Thatsachen und auf Grund allgemeiner Betrachtungen wenig wahrscheinlich, dass die Thiere wirklichen Nutzen von dem in ihnen producirten Sauerstoff haben, so sind doch noch zwei weitere Argumente, die GEDDES für diese Ansicht beibringt, zu prüfen. Einen »directen Beweis« für seine Ansicht sieht

Digitized by Google

GEDDES zunächst noch in den von ihm festgestellten Unterschieden der Sauerstoffmengen, welche sich in dem ausgeschiedenen Gasgemenge belichteter Phytozoen und belichteter Algen finden. Er fand (s. oben p. 274) in dem Gasgemenge gewisser Phytozoen wenig Sauerstoff, z. B. bei *Ceriactis* 21 % und bei *Anthea* 32—38 %; in den Gasgemengen freilebender Algen dagegen mehr: bei *Diatomeen* 42 % und bei *Ulva* 70 % Sauerstoff. Nehmen wir an, dass diese Zahlen richtig seien, so kann man doch keineswegs der Erklärung beistimmen, welche GEDDES für die Unterschiede dieser Zahlen giebt. Er glaubt durch diese Zahlen sicher nachgewiesen zu haben, dass den Thieren ein Theil des Sauerstoffs, den die Algen in ihnen producirt haben, zu Gute käme. Mit demselben Rechte könnte er aber auch behaupten, dass die Diatomeen mehr Sauerstoff verbrauchen als die Ulven; denn wenn eine Pflanze nur wenig Chlorophyll und viel farbloses Plasma besitzt, so wird (bei sonst gleichen Verhältnissen) die im Lichte entwickelte Sauerstoffmenge nicht so bedeutend sein wie bei einer Pflanze, die viel Chlorophyll und verhältnismäßig wenig farbloses Plasma besitzt. Ist aber im ersteren Falle die entwickelte Sauerstoffmenge geringer als im anderen, so hat man die Differenz in erster Linie durch die verschiedene Menge des zur Wirkung gekommenen Chlorophylls zu erklären und nicht durch die Annahme, dass die Differenz vom farblosen Protoplasma verbraucht ist. Die Gesammtmenge des Chlorophylls, welches Phytozoen in ihren Algen besitzen, ist stets geringer als die in reinen Algen. Es ist daher sehr natürlich, dass die Phytozoen weniger Sauerstoff ausscheiden als die Algen, eben so wie es nicht auffallend ist, dass Diatomeen weniger Sauerstoff produciren als Ulven.

Ferner befindet sich, wie nachher zu zeigen ist, GEDDES im Irrthum, wenn er meint, die Temperaturerhöhung bei seinen Versuchen ausgeschlossen zu haben. Ein beträchtlicher Theil des von ihm aufgefangenen Gasgemenges ist sicher weiter nichts als die Luft, welche im Meerwasser absorbirt war und durch die starke Temperaturerhöhung (oft um 10° C. oder mehr) ausgetrieben ist[1]. Controlversuche und Temperaturmessungen würden ihn unzweifelhaft darüber belehrt haben.

Es ist aber noch ein anderes Bedenken geltend zu machen, das den Zahlen von GEDDES vollends jede Beweiskraft raubt. Bei Beschreibung eines Versuches, welcher mit den von GEDDES angestellten im Wesentlichen übereinstimmt, sagt SACHS (Vorlesungen über Pflanzen-

[1] Die vom Meerwasser absorbirte Luft enthält bekanntlich sehr viel Sauerstoff (über 20 %).

Digitized by Google

Physiologie, Leipzig 1882, p. 359): Sammelt man in einem übergestülpten Rohr das Gas, welches eine Wasserpflanze im Lichte producirt, so zeigt sich, dass dasselbe sehr reich an Sauerstoff ist, dabei aber auch Kohlensäure und Stickstoff enthält. »Diese beiden Gase jedoch verdanken ihre Gegenwart eigentlich einer fehlerhaften Anstellung unseres Versuches; die von der Pflanze ausgeschiedenen Sauerstoffblasen nämlich steigen innerhalb des mit Stickstoff und Kohlensäure beladenen Wassers in das Sammelgefäß auf und nach allgemeinen Gesetzen der Gasdiffusion müssen sie während dieser Zeit aus dem Wasser Stickstoff und Kohlensäure aufnehmen.« — Bei dem einfachen Auffangen des von einer Pflanze oder einem Thier unter Wasser ausgeschiedenen Gases ist es also vollständig in die Hand des Beobachters gelegt, durch Anwendung verschieden großer Wassermengen kleine oder große Mengen von Sauerstoff bei Belichtung zu erhalten.

Geddes glaubt nun außerdem durch eine Beobachtung an *Anthea* zeigen zu können, dass den Phytozoen im Allgemeinen die Sauerstoffproduction der in ihnen lebenden Algen nützlich und angenehm sei. Er beobachtete, dass algenführende Antheen im Sonnenlichte ihre Tentakeln schwingen, »wie wenn sie angenehm angeregt würden von dem in ihren Geweben entwickelten Sauerstoff« (76, p. 386). Ist es auch an und für sich eine missliche Sache, einer Actinie nachempfinden zu wollen, so könnte man mit demselben Rechte das Gegentheil behaupten und die Bewegung der Tentakeln für Unlust und die Ruhe für Behagen deuten. Geddes würde sich vielleicht überzeugt haben, dass die Erregung weder eine Folge der Lichtwirkung ist, noch dass sie angenehmer Natur sei. Er behauptet allerdings ausdrücklich, jede ungebührliche Temperaturerhöhung vermieden zu haben, doch würde ihn die Anwendung eines Thermometers leicht von seinem Irrthum überzeugt haben. Die Ursache der lebhaften Bewegungen, welche Actinien bei directer Belichtung ausführen, besteht nicht in der Belichtung selbst, sondern in der damit verbundenen starken Erwärmung des Wassers. Die Versuche, welche ich in dieser Beziehung unternahm, sollten feststellen: 1) das Verhalten der Actinien in großen Becken bei geringer Temperaturerhöhung und intensiver Belichtung, 2) das Verhalten der Actinien in kleinen Gefäßen bei starker Temperaturerhöhung und intensiver Belichtung, und 3) das Verhalten der Actinien in kleinen Gefäßen bei starker Temperaturerhöhung und Ausschluss der Belichtung.

Um zunächst bei Anwendung directen Sonnenlichtes die Wärmewirkung möglichst auszuschließen, wurde folgendes Verfahren angewendet: Die Gefäße mit den zu beobachtenden Actinien wurden in ein

Digitized by Google

großes Becken gesetzt, das auf der Südloggia der Station von 10—3 Uhr dem Sonnenlicht beständig exponirt war. Trotzdem die Wassermenge sehr bedeutend war (50 l), so erwärmte sie sich doch während der Belichtungszeit von 22° auf 30—31°. Da auch diese Temperatursteigerung viel zu bedeutend ist, so wurde dafür Sorge getragen, dass beständig aus 2—3 Schläuchen kühles Wasser (22°) in das Becken hineinströmte. Auf diese Weise war es möglich, trotz stärkster Lichtwirkung, die Temperatursteigerung auf 4—5° C. zu beschränken. Wenn bei Beginn des Versuches, unmittelbar vor dem Eintritt der ersten Sonnenstrahlen, die Temperatur im Becken 22—23° betrug, so stieg im Laufe der nächsten Stunden (bis 2 Uhr) die Temperatur auf 26 oder 27°[1]. Wurden die einzelnen Gefäße nicht in das Becken gesetzt, sondern direct dem Sonnenlichte exponirt, so fand eine sehr schnelle und starke Temperaturzunahme statt. In Gläsern mit 250—300 ccm Inhalt erwärmte sich das Wasser in der ersten halben Stunde schon um 7—8° (von 22—29°), in der nächsten halben Stunde um weitere 3—4° und darauf allmählich bis 35 oder 36,5° C. Bei größeren Wassermengen (1 l) fand dieselbe Temperaturzunahme, nur etwas langsamer, statt (in der ersten halben Stunde 6°, in der folgenden 2,5—3° etc.). Bei Anwendung noch größerer Wassermengen (3,5 l) betrug die Temperaturzunahme in der ersten halben Stunde 4,5—5°, in der nächsten 2,5° etc. Die Maximaltemperatur von 35—36,5° trat in allen Fällen nach 1,5—3,5 Stunden ein, je nach der Größe der Wassermenge. Sehr große Quantitäten, wie z. B. die des Beckens (50 l), erwärmten sich nicht so weit. Wie bereits bemerkt, stieg die Temperatur im Becken während der fünfstündigen Belichtung bis auf 30 oder 31°, wenn nicht ununterbrochen viel kühles Wasser zuströmte.

Die Resultate der verschiedenen Erwärmungsversuche sind folgende:

1) Algenführende Actinien, welche aus diffusem Tageslicht in directes Sonnenlicht gebracht werden, zeigen keine Erregung, wenn man nur eine Temperaturerhöhung dabei ausschließt.

So lange im Becken die Temperatur nur um 2 oder 3° steigt, verhalten sich die *Antheen* im directen Sonnenlicht genau so, wie die in diffusem Tageslicht befindlichen, d. h. sie schwingen langsam ihre

[1] Die Temperatur von 27° ist noch keine unnatürlich hohe. Im August erreicht das Meerwasser an der Oberfläche des Golfes ebenfalls eine Temperatur von 27°.

Digitized by Google

Tentakeln hin und her und verändern nicht den Contractionszustand ihres Leibes.

Andere Actinien mit gelben Zellen verhalten sich eben so, z. B. *Aiptasia* und *Ceriactis*. Auch für algenfreie Exemplare von Anthea cereus, so wie für die stets algenfreien Arten *Cerianthus membranaceus* und *Sagartia parasitica* gilt dasselbe. Sie zeigen keine Erregung irgend welcher Art, wenn man sie aus diffusem Lichte in directes Sonnenlicht bringt.

Bei Ceriactis und bei Aiptasia konnte ich in einigen Fällen allerdings constatiren, dass sie sich rasch zusammenzogen, wenn man plötzlich stark belichtete. Erschütterungen, Erwärmung und andere Ursachen, die den Reiz hätten ausüben können, waren vollkommen ausgeschlossen. Da aber die Erscheinung eben so gut bei algenführenden wie bei vollkommen algenfreien Exemplaren dieser Arten vorkam, so haben die gelben Zellen sicher gar nichts dabei zu thun.

2) Bei allmählicher Erwärmung auf 35—36° werden, etwa vom 26.—27. Grade an, die Bewegungen sowohl der algenführenden als verschiedener algenfreier Actinien lebhafter, schließlich zuckend und peitschend. Es ist dabei vollkommen gleichgültig, ob die Temperaturerhöhung durch Einwirkung directen Sonnenlichtes stattfindet, oder ob sie unter möglichstem Lichtabschluss auf dem Wasserbade geschieht.

Wenn *Antheen* in grellem Sonnenlichte oder in diffusem Lichte oder endlich im Dunkeln (auf dem Wasserbade) von 22 oder 23° an ganz allmählich erwärmt werden, so bleiben bis 27 oder 28° die Schwingungen ihrer Tentakeln langsam. Dann aber werden die Bewegungen lebhafter und, bei weiterer Zunahme der Temperatur, immer schneller. Bei 31—32° steigert sich die Erregung der Antheen so sehr, dass sie ihre Tentakeln wie Peitschen heftig hin und her schlagen oder einige blitzschnell einziehen. Bei weiterer Temperaturzunahme werden, bei 33—34°, die Bewegungen der Tentakeln langsamer, der Körper wird schlaff und welk, die Sohle löst sich von der Gefäßwand los, der Schlund wird zuweilen krampfhaft ausgestülpt und der ganze Inhalt der verdauenden Höhle ausgeworfen. Entweder treten dabei unverdaute Nahrungsreste heraus oder Schleimfetzen, die durch zahllose gelbe Zellen braun gefärbt sind. Bei längerer Erwärmung auf 35—36° liegen die Thiere schlaff und bewegungslos am Boden, den Mund gewöhnlich nach unten gerichtet.

Bei schneller Erwärmung in kleinen, der directen Sonnenwirkung

Digitized by Google

ausgesetzten Gefäßen oder auf dem Wasserbade treten allerdings dieselben Erscheinungen auf wie bei ganz allmählicher Erwärmung, aber nicht immer bei derselben Temperatur und nicht genau in derselben Reihenfolge, z. B. nimmt die Lebhaftigkeit der Tentakelschwingungen bis 36° zu. Trotz gewisser kleiner Abweichungen ist das Gesammtbild in allen Fällen ziemlich gleich. Vor allen Dingen ist es vollkommen gleichgültig, ob die Erwärmung mit Belichtung verbunden ist oder nicht.

Um dies noch augenfälliger zu beweisen, brachte ich Antheen, welche durch die Einwirkung directen Sonnenlichtes auf 30° erwärmt waren, in einen Kasten, in den nur gerade so viel Licht hineinfiel, wie zur Beobachtung nöthig war und schloss jede weitere Erwärmung aus. Die Bewegungen der Tentakeln blieben fast zwei Stunden lang eben so lebhaft, wie sie bei Belichtung gewesen waren. Das Wasser, das während der ersten zwei Stunden nur auf 28° abgekühlt war, hatte nach $2^1/_2$ Stunden nur noch 26,5°. Die Bewegungen der Tentakeln waren nun schon weniger lebhaft und nach drei Stunden (bei 25°) sanft schwingend, wie immer bei dieser Temperatur.

Setzt man mehrere Exemplare von *Ceriactis aurantiaca*, und zwar sowohl algenführende als auch vollkommen algenfreie, der Einwirkung directen Sonnenlichtes aus, so verhalten sie sich bei allmählicher Steigerung der Temperatur im Wesentlichen übereinstimmend. Die Erregung beginnt früher als bei Anthea, zuweilen schon bei 25°, und äußert sich mehr in Bewegungen des Körpers als der Tentakeln. Das Thier krümmt sich hin und her, dreht sich spiralig um sich selbst, zieht sich plötzlich vollkommen zusammen, um sich dann langsam wieder auszustrecken. Zuweilen löst es auch die Fußscheibe vom Gefäße los, dreht sich um und streckt, auf den Tentakeln ruhend, den Fuß hoch empor. Bringt man das Gefäß dann ins Dunkle, so macht das Aufhören der Lichtwirkung nicht den geringsten Eindruck; die Energie der Bewegungen wird durchaus nicht geschwächt. Bei weiterer Erwärmung auf 30—33° steigert sich die Heftigkeit der Bewegungen immer mehr. Das Thier stülpt den Schlund weit heraus und entledigt sich aller Inhaltsbestandtheile seiner verdauenden Höhle.

Die *Aiptasien* (A. diaphana) reagiren nicht so lebhaft auf Wärmewirkung. Die Bewegung ihrer Tentakeln wird erst bei 30—33° sehr lebhaft, doch niemals so heftig wie bei Anthea. Bei manchen Exemplaren findet eine eigenthümliche Art der Contraction statt, die ich bei Anthea und Ceriactis nicht beobachtet habe. Am Vordertheil des Leibes tritt eine schmale, ringförmige Einschnürung auf, die langsam bis zum

Digitized by Google

Fuße fortschreitet. So wie die eine Contractionswelle abgelaufen ist, tritt wieder eine neue am Vorderende auf etc.

3) Bei fortgesetzter directer Belichtung ohne Ausschluss der gleichzeitigen Erwärmung werden algenführende Antheen schließlich getödtet, doch nicht wegen der Lichtwirkung oder der starken Sauerstoffproduction seitens der Algen, sondern in Folge der Erwärmung.

Geddes (76, p. 386) hat beobachtet, dass *Actinien* ein »dunkles ungesundes Ansehen« bekommen, wenn sie einen ganzen Tag lang der Einwirkung directen Sonnenlichtes ausgesetzt gewesen sind. Ferner bemerkte er, dass *Radiolarien* in derselben Zeit vollkommen getödtet werden. Wie die übrigen von ihm beobachteten Erscheinungen erklärt er auch diese aus der Sauerstoffentwicklung der Algen. Er glaubt nämlich bewiesen zu haben, dass die Thiere zwar durch geringe Sauerstoffproduction angenehm erregt, durch starke und lange fortgesetzte dagegen getödtet würden. Daran knüpft er noch eine geistreiche Hypothese, auf welche nachher einzugehen ist.

Ich habe eine große Anzahl von Actinien, algenführenden sowohl als algenfreien, auf ihr Verhalten 1) bei langer Belichtung mit Ausschluss der Erwärmung und außerdem 2) bei allmählicher oder schneller Erwärmung bei Belichtung oder Lichtabschluss untersucht und gefunden, dass die Belichtung allein den algenführenden Thieren eben so wenig schädlich ist, wie den algenfreien, dass dagegen stets bei einer gewissen Temperatur der Tod eintritt, ob man die Erwärmung bei starker Lichtwirkung oder im Dunkeln vorgenommen hat. Es ist also weder eine angenehme noch eine todbringende Einwirkung des von den Algen entwickelten Sauerstoffes bei den Thieren nachzuweisen.

Erwärmt man Antheen auf 33—34° und lässt diese Temperatur einige Stunden einwirken, so werden sie allmählich immer welker und leben nicht wieder auf. Es ist dabei gleichgültig, ob man algenführende oder algenfreie Exemplare verwendet, und ob man die Erwärmung im Sonnenlichte vornimmt oder auf dem Wasserbade. Sagartia parasitica, die gar keine gelben Zellen enthält, stirbt noch früher. Aiptasien müssen gewöhnlich etwas stärker erwärmt werden, ehe sie sterben. Manche Exemplare von Aiptasia diaphana ertrugen sogar zweistündige Einwirkung von 35°. Etwas anders verhalten sich dieselben Actinien bei schneller Steigerung der Temperatur. Erwärmt man z. B. Anthea schnell (in $^1/_2$—1 Stunde) bis 36°, und lässt die Temperatur in den näch-

Digitized by Google

sten zwei Stunden allmählich auf 30° herabsinken, so erholen sich die Anfangs in heftigste Bewegung gerathenen, dann bei 36° wärmestarr gewordenen Antheen allmählich wieder und sind fünf Stunden nach Beginn des Versuches (bei 22 oder 23°) eben so schön wie vor dem Versuche.

Interessanterweise sterben die verschiedenen Actinien im Allgemeinen bei Erwärmung in derselben Reihenfolge, wie bei Verunreinigung des Wassers (s. oben p. 277) [1]. Die sehr empfindliche *Sagartia parasitica* stirbt von den untersuchten Actinien auch bei Erwärmung zuerst. Etwas widerstandsfähiger ist *Ceriactis aurantiaca*. Die beiden Varietäten von *Anthea cereus* zeigen denselben Unterschied in der Empfindlichkeit bei Erwärmung wie beim Verderben des Wassers, d. h. A. cer. var. plumosa ist weniger zählebig als A. cer. var. smaragdina. Bei der letzteren Varietät tritt auch die Wärmeerregung gewöhnlich etwas später ein als bei der ersteren. *Cerianthus membranaceus* stirbt etwa bei demselben Wärmegrade wie die beiden Anthea-Varietäten. *Aiptasia diaphana* kann gewöhnlich (die einzelnen Exemplare gerade dieser Art verhalten sich merkwürdig verschieden) mehr Hitze ertragen als die Antheen. Bei Weitem die größte Widerstandsfähigkeit besitzt aber *Actinia mesembryanthemum*, die auch beim Verderben des Wassers sich weit zählebiger als die übrigen Actinien erwiesen hat.

Alle algenführenden Actinien stimmten in ihrem Verhalten bei Erwärmung darin überein, dass sie zahlreiche gelbe Zellen auswarfen. Wenn Antheen oder Aiptasien längere Zeit auf 30°, oder für kürzere Zeit auf 35° erwärmt waren, so erschienen sie am Ende des Versuches stets blasser und weniger braun als vor der Erwärmung. In ihrer Umgebung fanden sich aber stets unregelmäßige braune Klumpen von Zooxanthellen oder Schleimfetzen, die durch zahllose gelbe Zellen bräunlich gefärbt waren. Die ausgeworfenen gelben Zellen waren stets noch vollkommen entwicklungsfähig und assimilirten bei weiterer Belichtung. Tödtet man Antheen oder Aiptasien dadurch, dass man sie einige Stunden auf 35° erwärmt, so bleiben ihre gelben Zellen doch am Leben. Auch in der zerfallenden Actinie leben sie noch weiter und gehen erst zu Grunde, wenn das Wasser durch das Verfaulen des Thieres stark verdorben ist. Man kann sie am Leben erhalten, wenn man die braunen Klumpen herausnimmt und in filtrirtem Wasser

[1] Anscheinend erfolgt der Hungertod der Actinien auch in der gleichen oder in sehr ähnlicher Reihenfolge. Natürlich darf man nur die algenfreien Exemplare der Antheen, Aiptasien etc. vergleichen mit den stets algenfreien Species Cerianthus und Actinia mesembryanthemum.

Digitized by Google

weiter züchtet. Längeres Erwärmen auf 35° schadet also den gelben Zellen nichts.

GEDDES (76, p. 386) sucht endlich noch auf Grund seiner irrthümlichen Behauptung, dass Radiolarien und andere Phytozoen durch übermäßige Sauerstoffproduction getödtet werden können, eine Erklärung dafür zu geben, dass Radiolarien früh Morgens die Oberfläche des Meeres verlassen und in die Tiefe sinken. Nach seiner Meinung senken sich die Radiolarien in größere Tiefen, um zu schneller Sauerstoffproduction seitens ihrer gelben Zellen vorzubeugen. Zugleich sollten auch durch die in den gelben Zellen gebildeten Stärkemassen die Radiolarien an specifischem Gewicht zunehmen und in die Tiefe gezogen werden. Woher er die Ansicht hat, dass die Radiolarien sich Morgens früh in die Tiefe zurückziehen, sagt er nicht. Weder JOH. MÜLLER, noch HAECKEL, noch R. HERTWIG geben irgend wo an, dass Radiolarien das Licht fliehen. JOH. MÜLLER sagt im Gegentheil (11), dass sie in der Gegend von Nizza »bei ruhiger See zu jeder Zeit reichlich gefischt werden«. HAECKEL's Beobachtungen über die Lebensweise der Radiolarien sind die genauesten und gründlichsten, welche bis jetzt über diesen Gegenstand vorliegen. Er sagt (15, p. 169): »Die meisten Radiolarien fängt man bei ganz ruhigem, klarem, nicht zu hellem und zu warmem Wetter, wenn der Meeresspiegel recht glatt und wellenlos und die Masse der pelagischen Thiere, die daselbst ihr Spiel treiben, nicht zu groß ist. Die große Empfindlichkeit gegen Wellenbewegung theilen die Radiolarien mit vielen anderen pelagischen Geschöpfen; ja sie scheinen dieselbe in erhöhtem Grade zu besitzen, da sie schon bei mäßigem Wellenschlage in die Tiefe sinken, wenn die größeren Thiere noch an der Oberfläche verweilen.« Außer jener kurzen Erwähnung des »hellen Wetters« findet sich in dem ganzen Abschnitt nicht eine Andeutung über den Einfluss des Lichtes auf die Vertheilung der Radiolarien. Eben so wenig konnte ich in den Arbeiten von R. HERTWIG (35, 44) etwas finden, was GEDDES zum Anhaltspunkt für seine Behauptung hätte nehmen können. Die Hauptfactoren für das Auf- und Niedersteigen der pelagischen Thiere, die Temperatur und die Bewegung des Wassers lässt er außer Acht.

Nach ausgedehnten eigenen Beobachtungen kann ich behaupten, dass sich Radiolarien[1] nahe der Wasseroberfläche finden, wenn das Wasser hinreichend kühl und wenig bewegt ist. Vom Herbst

[1] Es handelt sich hier zunächst nur um die makroskopischen Formen der Sphaerozoiden und Colliden.

Digitized by Google

bis zum Frühjahr kann man bei günstiger Windrichtung zu jeder Tages- und Nachtzeit zahllose Radiolarien im Golfe treffen. Vom September an findet man auch zur Mittagszeit und, wie Dr. C. CHUN mir bestätigen kann, bei grellstem Sonnenlicht Tausende von Collozoen an der Meeresoberfläche. Ich habe niemals bemerken können, dass die Radiolarien das Licht gemieden hätten. Dass sich im Hochsommer keine Collozoen finden, hat wohl in der starken Erwärmung des Wassers seinen Grund. Im August erreicht die Meeresoberfläche des Golfes, wie SEMMOLA[1] neuerdings gezeigt hat, eine Temperatur von 27,3°. Aber auch in dieser Jahreszeit wird das von GEDDES behauptete Phänomen kaum stattfinden, wenigstens konnte ich während mehrerer Nachtfahrten keine Collozoen finden. Die Abkühlung, welche das Meer während der Nacht erfährt, ist auch so gering[2], dass die Oberfläche den Collozoen noch zu warm sein würde.

Nach dem Erscheinen der Arbeit von GEDDES sind übrigens noch von zwei Autoren Angaben über das Vorkommen von Radiolarien gemacht worden. In seiner Publication »Über die pelagische Flora und Fauna« sagt TH. FUCHS (p. 4): »Selbst bei vollkommener Windstille und vollkommen ruhiger See findet man bei Tage die pelagische Fauna verhältnismäßig arm und im Wesentlichen nur aus Radiolarien, Quallen, Salpen und einigen kleinen Crustaceen zusammengesetzt.« MOSELEY (82, p. 560) drückt sich noch sehr viel bestimmter aus: »Certain pelagic animals, however, seem not to mind the sunlight. Radiolarians may be seen at the surface when it is calm, in the full glare of the sun, and so may Velellas and Janthinas; indeed these latter and some others cannot leave the surface. Some Ctenophora, especially *Eucharis*, according to CHUN, seem rather to like the sun.«

Übrigens habe ich mich nicht mit den Beobachtungen allein begnügt, sondern auch noch einige Experimente über das Verhalten der Radiolarien bei Belichtung, Erwärmung und Bewegung des Wassers angestellt. Dass Radiolarien gegen Erschütterungen sehr empfindlich sind, kann man leicht feststellen. Man braucht nur eine Anzahl von Collozoen in ein Gefäß mit Meerwasser zu bringen und frisches Wasser oder auch Luft zuzuleiten. Selbst wenn das Wasser tropfenweise

[1] SEMMOLA, Sulla Temperatura delle Acque del Golfo di Napoli al variar delle Stagioni. (Atti del R. Istituto d'Incorggiamento, 1. Vol. N. 9. 1881.)

[2] Nach SEMMOLA beträgt die Temperaturdifferenz 0,2 bis höchstens 1° C. (Sulla Variazione diurna di Temperatura delle Acque del Golfo di Napoli. 1882. Jan.)

Digitized by Google

zufließt oder die Luft in sehr kleinen Bläschen zugeführt wird, so wirken diese beständigen Erschütterungen doch so stark, dass die Radiolarien sich in einigen Stunden zu Boden senken. Bei äußerst geringen, aber stetigen Erschütterungen halten sie es auch wohl einen oder zwei Tage lang an der Oberfläche aus, doch niemals so lange wie Collozoen, welche gar nicht erschüttert werden, sonst aber unter genau denselben Bedingungen sich befinden.

In ähnlicher Weise wie Bewegung wirkt auch Erwärmung des Wassers als starker Reiz auf die Collozoen. Erwärmt man Radiolarien im Sonnenlichte oder auf dem Wasserbade langsam bis etwa 30°, so senken sie sich zu Boden, während nicht erwärmte Radiolarien bei sonst gleichen Bedingungen an der Oberfläche bleiben. Wenn man aber directes Sonnenlicht einwirken lässt, so erhält man gar keine Reaction, sobald man nur jede Erschütterung und Erwärmung des Wassers vermeidet. Man kann Collozoen stundenlang der Einwirkung grellsten Sonnenlichtes aussetzen, wenn man das Versuchsgefäß in stark strömendem Wasser fortwährend kühlt. Stärke bildet sich genug in ihnen, eben so findet eine reichliche Sauerstoffentwicklung statt, trotzdem zeigen sie weder eine Spur von Missbehagen, noch sinken sie unter.

Neapel, December 1882.

Litteraturverzeichnis[1].

1. 1824. **Bory de St. Vincent,** Encyclop. méthod. Zoologie (citirt von G. JOHNSTON, A History of British Sponges. 1842. p. 146 Anm.).
2. 1840. **J. Hogg,** On the Action of Light upon the Colour of the River Sponge. — Mag. Nat. Hist. by CHARLESWORTH. N. S. Vol. 4. p. 259.
3. 1851. **Max Schultze,** Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald 1851. p. 16—19.
4. — **Ferd. Cohn,** Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. — Zeitschr. f. wiss. Zool. III. p. 264.

[1] Die Übersicht enthält die Arbeiten, welche die Kenntnis von den in Thieren lebenden Algen erweitert haben. Anspruch auf Vollständigkeit kann die Liste nicht machen. Außerdem war es nicht in allen Fällen möglich, die aufgezählten Schriften genau chronologisch zu ordnen.

Digitized by Google

5. 1851. **Th. H. Huxley,** Upon Thalassicolla, a new Zoophyte. Zoolog. Notes and Observat. made on board H. M. S. Rattlesnake. N. III. — Ann. Mag. Nat. 2. Ser. Vol. 8. p. 433—442.

6. 1852. **O. Schmidt,** Neue Rhabdocoelen aus dem nordischen u. adriatischen Meere. — Sitzb. math. nat. Cl. Akad. Wiss. Wien. Bd. 9. p. 490—507.

7. 1854. **C. Vogt,** Sur les Siphonophores de la Mer de Nice. — Mém. de l'Instit. Nat. Genevois. T. 1.

8. — **Max Schultze,** Bericht über einige im Herbst 1853 an der Küste des Mittelmeeres angestellte zootomische Untersuchungen. — Verh. phys.-med. Ges. Würzburg. Bd. 4. p. 222—224.

9. — **Max Schultze,** Über den Organismus der Polythalamien. Leipzig 1854. p. 26. 27.

10. 1855. **Will. Carpenter,** Researches on the Foraminifera. Part 1. 1855. p. 212. Pl. IV. Fig. 3, 11. — Philosophical Transactions.

11. 1859. **Joh. Müller,** Über die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres. — Physikal. Abh. Akad. Wiss. Berlin. 1858. p. 5. 6.

12. — **Carter,** On the Identity in Structure and Composition of the so-called Seed-like Body of Spongilla with the Winter-egg of the Bryozoa; and the presence of Starch-granules in each. — Ann. Mag. Nat. Hist. 3. Ser. Vol. III. p. 331. Taf. 8.

13. — **N. Lieberkühn,** Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien. — Arch. f. Anat. u. Physiol. 1859. p. 367 u. p. 518.

14. 1861. **Ed. Claparède,** Recherches anatomiques sur les Annélides, Turbellariés, Opalines et Gregarines observés dans les Hebrides. — Mém. Soc. Phys. Genève. T. 16. p. 59. Pl. 6. Fig. 6.

15. 1862. **E. Haeckel,** Die Radiolarien. Eine Monographie. Berlin 1862.

16. 1863. **N. Lieberkühn,** Über Bewegungserscheinungen bei den Schwämmen. — Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. p. 722.

17. 1864. **Weleker,** Abhdl. d. naturf. Ges. Halle. Bd. 9.

18. 1866. **Stuart,** Über Coscinosphaera ciliosa, eine neue Radiolarie. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 16. p. 330. Taf. 18.

19. 1867. **E. Selenka,** Über einige neue Schwämme aus der Südsee. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 17. p. 566.

20. 1869. **Carter,** Descriptive Account of four Subspherous Sponges Arabian and British, with General Observations. — Ann. Mag. Nat. Hist. 4. S. Bd. 4. p. 4, 7.

21. — **R. Greeff,** Verhdl. d. naturh. Ver. Rheinlande u. Westphalen und: Sitzb. niederrhein. Ges. f. Nat.- u. Heilkunde. Bonn 1869.

22. — **R. Greeff,** Über Radiolarien und Radiolarien-artige Rhizopoden des süßen Wassers, 1. Art. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 5. p. 473.

23. 1870. **Noll,** Zoolog. Garten. Bd. 11. p. 173.

24. — **Archer,** Journ. micr. sc. 1870. p. 307 (cf. LEUCKART's Berichte im Arch. f. Naturg. 38. Jahrg. 1872. II. p. 343).

25. — **A. Schneider,** Zur Kenntnis der Radiolarien. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 21. p. 505.

26. — **E. Haeckel,** Beiträge zur Plastidentheorie: 5. Amylum in den gelben Zellen der Radiolarien. — Jen. Zeitschr. Bd. 5. p. 519. (Separat in »Studien über Moneren«.)

Digitized by Google

27. 1871. **W. Dönitz**, Beobachtungen über Radiolarien. — Arch. f. Anat. u. Physiol. 1871. p. 74.
28. — **Carter**, Parasites of the Sponges. — Ann. Mag. Nat. Hist. 4. S. Vol. 8. p. 330.
29. — **Cienkowski**, Über Schwärmerbildung bei Radiolarien. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 7. p. 379.
30. 1872. **N. Kleinenberg**, Hydra. Eine anat.-entwickl. Untersuch. Leipzig 1872. p. 4, 38, 39.
31. 1874. **Ray Lankester**, The Mode of Occurrence of Chlorophyll in Spongilla. — Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 14. p. 400.
32. 1875. **R. Greeff**, Über Radiolarien und Radiolarien-artige Rhizopoden des süßen Wassers, 2. Art. — Arch. f. mikr. Anat. Bd. 11. p. 5.
33. — **H. C. Sorby**, On the Chromatological Relations of Spongilla fluviatilis. — Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 15. p. 47—52.
34. 1876. **A. u. G. de Negri**, Berichte d. chem. Ges. Jahrg. 9. p. 84.
35. — **R. Hertwig**, Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig 1876. p. 17—19.
36. — **E. Selenka**, Zur Entwicklung der Holothurien. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 27. p. 164. Taf. 9 u. 10.
37. 1877. **H. N. Moseley**, On the Colouring Matters of various Animals, especially of Deap-Sea. — Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 17. p. 1.
38. — **A. von Heider**, Sagartia troglodytes. Ein Beitrag zur Anatomie der Actinien. — Sitzb. k. Akad. Wiss. Wien. Bd. 75.
39. — **R. Hertwig**, Über Leptodiscus medusoides, eine neue den Noctilucen verwandte Flagellate. — Jen. Zeitschr. Bd. 11. p. 318.
40. 1878. **F. v. Stein**, Der Organismus der Flagellaten. 1. Hälfte. Leipzig 1878.
41. — **Carter**, Parasites of the Spongida. — Ann. Mag. Nat. Hist. 5. S. Vol. 2. p. 162.
42. — **C. Keller**, Über den Bau von Reniera semitubulosa. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 30. p. 572.
43. — **Patrik Geddes**, Sur la fonction de la chlorophylle avec les Planaires vertes. — Compt. rend. T. 87. p. 1005.
44. 1879. **R. Hertwig**, Der Organismus der Radiolarien. — Jen. Denkschr. II. 3. p. 129, 12, 27 u. s. w.
45. — **F. E. Schulze**, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. VI. Mitth. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 32. p. 147.
46. — **F. E. Schulze**, Untersuchungen etc. VIII. Mitth. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 33. p. 25.
47. — **Carter**, Contributions to our Knowledge of the Spongida. — Ann. Mag. Nat. Hist. 5. Ser. III. p. 344.
48. — **Oscar u. Richard Hertwig**, Die Actinien. — Studien zur Blättertheorie. Jena. p. 39—44.
49. — **Ray Lankester**, Chlorophyll in Turbellarian Worms and other Animals. — Quart. Journ. Micr. Sc. N. S. Vol. 19. p. 434—437.
50. — **H. N. Moseley**, Notes by a Naturalist on the »Challenger«. London, 1879. p. 293.
51. — **Jos. Leidy**, Fresh-Water Rhizopods of North-America. — Report U. S. Geolog. Survey of the Territories. Vol. XII. Washington.
52. 1880. **P. Geddes**, Sur la Chlorophylle animale et la fonction des Planaires vertes. — Arch. de Zool. expérim. et générale. T. 8 (1879—80). p. 51.

Digitized by Google

53. 1880. C. Chun, Die Ctenophoren des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. — Fauna u. Flora d. Golfes von Neapel. 1. Monogr. Leipzig 1880. p. 192 u. 242.

54. — F. W. Krukenberg, Über den Gaswechsel bei Fischen u. Wirbellosen. — Vergl.-physiol. Stud. I, 1. Heidelberg 1880. p. 167.

55. — F. W. Krukenberg, Über thierische Farbstoffe und deren physiologische Bedeutung. — Vergl.-physiol. Stud. I, 2. Heidelberg 1880. p. 65.

56. — C. Semper, Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. Leipzig 1880. I. p. 86—90, 108, 221, 294.

57. — P. Geddes, Observations sur la fluide périviscéral des oursins. — Arch. de Zool. expér. et gén. Vol. 8 (1879—80). p. 483. Pl. 38.

58. — F. W. Krukenberg, Vergl.-physiol. Beiträge zur Kenntnis der Respirationsvorgänge bei wirbellosen Thieren. — Vergl.-physiol. Stud. I, 3. Heidelberg 1880. p. 98 u. 111.

59. — O. Bütschli, Protozoa. — Bronn's Klassen u. Ordn. d. Thierreichs. Bd. 1. 2.—5. Lief. p. 102—105 (1880), 8. 9. Lief. p. 279—280 (1881).

60. — Marshall, Untersuchungen über Dysideiden u. Phoriospongien. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 35. p. 111.

61. 1881. Otto Hamann, Die Mundarme der Rhizostomeen und ihre Anhangsorgane. — Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 15, N. F. Bd. 8. p. 19—21.

62. — K. Brandt, Untersuchungen an Radiolarien. — Monatsber. k. Akad. Wiss. Berlin 21. April 1881. p. 396—400.

63. — Th. W. Engelmann, Neue Methode der Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und thierischer Organismen. — Bot. Zeitg. Jahrg. 39. 15. Juli 1881.

64. — F. W. Krukenberg, Das Antheagrün. — Vergl.-physiol. Stud. I, 5. Heidelberg 1881. p. 38.

65. — K. Brandt, Über das Zusammenleben von Thieren u. Algen. — Verhdl. Physiol. Ges. Berlin 1881 11. Nov. p. 22. und: Sitzb. Ges. naturf. Fr. Berlin 1881 Nov.

66. — A. v. Heider, Die Gattung Cladocora Ehrbg. — Sitzb. k. Akad. Wiss. Wien. Bd. 84. 1881 Dec.

67. 1882. Géza Entz, Über die Natur der Chlorophyllkörperchen niederer Thiere. (Übersetzung einer ungarischen Publication vom Februar 1876.) — Biol. Centralbl. I. Nr. 21. p. 646. (20. Jan. 1882.)

68. — P. Geddes, Further researches on Animals containing Chlorophyll. — Nature. Vol. 25. Nr. 639 (26. Jan. 1882). p. 303—305.

69. — P. Geddes, Researches on Animals containing Chlorophyll. — Nature. Vol. 25. Nr. 642 (16. Febr. 1882). p. 361—362.

70. — Perceval Wright. (Anhang zum Artikel von Geddes.) — Nature. Vol. 25. Nr. 642. p. 362.

71. — B. V. Wittrock, Föredrag vid Vetenskaps-Akademiens Högtidsdag. 31. Mars 1882. Stockholm.

72. — K. Brandt, Über die morphologische u. physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. — Arch. f. Anat. u. Physiol., Abth. f. Physiologie. 1882 April. p. 125—151.

Digitized by Google

73. 1882. **Ray Lankester**, On the Chlorophyll-Corpuscles and Amyloid-Deposits of Spongilla and Hydra. — Quart. Journ. Micr. Sc. 1882. April. p. 229—254.

74. — **F. W. Krukenberg**, Über das Bonellein und seine Derivate. — Vergl.-physiol. Stud. II, 2. Heidelberg 1882. p. 70.

75. — **Otto Hamann**, Der Organismus der Hydroidpolypen. — Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 15, N. F. 8. p. 13.

76. — **P. Geddes**, On the Nature and Functions of the »Yellow Cells« of Radiolarians and Coelenterates. — Proceed. Roy. Soc. Edinburgh 16. Jan. 1882. Mit Postscript vom 21. April. p. 377—396.

77. — **O. Bütschli**, Protozoa. — BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. 1. Lief. 10—13. 1882. p. 419, 420 u. p. 456—462.

78. — **J. Ryder**, Notes on the breeding, food and green color of the Oyster. — Bull. U. St. Fish Commission. 81. p. 410—415. Juli 1882.

79. — **Georg Klebs**, Über Symbiose ungleichartiger Organismen. — Biol. Centralbl. Bd. 2. Nr. 10—13. (Juli—Sept.)

80. — **C. F. Jickeli**, Über Hydra. — Zool. Anzeiger. 5. Jahrgang. Nr. 121. p. 491. (25. Sept.)

81. — **Géza Entz**, Das Consortialverhältnis von Algen und Thieren. — Biol. Centralbl. Bd. 2. Nr. 15. p. 451. (1. Oct.)

82. — **H. N. Moseley**, Pelagic Life. — Nature. Vol. 26. Nr. 675. p. 559—564. (5. Oct.)

83. — **F. W. Krukenberg**, Beiträge zur Kenntnis der Actinienfarbstoffe. — Vergl.-physiol. Stud. II, 3. p. 72.

84. — **O. Hamann**, Zur Entstehung und Entwicklung der grünen Zellen bei Hydra. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 37. 3. Heft. p. 457. (1. Nov.)

85. — **Th. W. Engelmann**, Über Licht- und Farbenperception niederster Organismen. — PFLÜGER's Arch. f. Physiol. Bd. 29. p. 387 (3. Nov.) und in: Onderzoekingen Physiol. Laborat. Utrecht. 3. R. Bd. 7. Aflev. 2. p. 234.

86. — **Ray Lankester**, The Chlorophyll Corpuscles of Hydra. — Nature. Vol. 27. Nr. 682. p. 87. (23. Nov.)

88. — **L. v. Graff**, Monographie der Turbellarien. 1. Rhabdocoelida. Leipzig 1882. p. 75—77, 182, 226—234. Taf. 2. Fig. 12, 14.

Digitized by Google

Nachtrag.

1. Von einem in der vorstehenden Arbeit mitgetheilten Versuche an *Anthea cereus* (s. o. p. 262—264) konnte ich das Resultat noch nicht angeben, da die dunkel gehaltenen Exemplare beim Abschlusse der Arbeit noch am Leben waren, obwohl sie schon seit nahezu sieben Monaten fasteten. Die betreffenden beiden Exemplare von *Anthea cereus* var. *smaragdina* lebten noch weitere vier bezw. sechs Wochen (im Ganzen also 8—8$^1/_2$ Monate) in gut filtrirtem, häufig erneuertem Wasser bei gänzlichem Lichtabschluss und ohne die geringste Nahrungszufuhr. Sie nahmen dabei bedeutend an Größe ab und starben schließlich unter ähnlichen Erscheinungen wie hungernde Aiptasien. Die belichteten Exemplare dagegen sind noch jetzt, bei Beginn des zehnten Monats, am Leben; doch haben auch sie an Größe abgenommen. Während des Versuches waren sowohl bei den belichteten als den unbelichteten Exemplaren die lebhaft violett gefärbten Tentakelspitzen immer blasser geworden und hatten nach 7—8 Monaten ihre Färbung gänzlich eingebüßt, so dass die Exemplare von *Anthea cereus* var. *smaragdina* denen von *Anthea cereus* var. *plumosa* vollständig glichen. Hiernach scheint es, als ob die Violettfärbung der Spitzen mit der Ernährung in Beziehung steht und nur bei animalischer Ernährungsweise vorhanden ist.

Die beiden unter 3 und 6 (p. 259 und 264) mitgetheilten Versuche sind fortgesetzt worden und haben Folgendes ergeben: Zwei belichtete Exemplare von *Ceriactis aurantiaca* leben noch im Anfange des siebenten Monats in filtrirtem Wasser, obwohl sie während der ganzen Zeit ausschließlich auf die Ernährung durch ihre Symbionten angewiesen waren. Von den fünf belichteten *Aiptasien* starben zwei im achten Monat, die drei anderen sind noch jetzt (Anfang des zehnten Monats) am Leben. Das eine dieser drei Exemplare ist klein und unzweifelhaft reducirt, die beiden anderen aber besitzen ziemlich dieselbe Größe wie frisch gefangene Aiptasien.

In neuester Zeit ist es mir auch gelungen, coloniebildende Radiolarien wochenlang in filtrirtem Wasser und bei genügendem Lichtzutritt am Leben zu erhalten. Zwei Exemplare von *Sphaerozoum punctatum* lebten 5$^1/_2$ bezw. 6 Wochen in einem Glasgefäße, das bis zur Hälfte mit filtrirtem Seewasser gefüllt und dann gut verschlossen war. Um Erschütterungen zu vermeiden, wurde das Wasser nicht, wie bei den Versuchen mit Actinien, durchlüftet. Nach Ablauf der angegebenen Zeit

Digitized by Google

gingen die beiden Colonien nicht etwa zu Grunde, sondern zerfielen in normale Krystallschwärmer.

Sämmtliche Versuche, welche ich bisher mit algenführenden Thieren angestellt habe, zeigen übereinstimmend, dass die Phytozoen durch die Assimilationsthätigkeit ihrer eingemietheten Algen ernährt und vor dem Hungertode bewahrt werden können. Die allmähliche Verringerung der Körpermasse, welche ich bei Hydren, Antheen und Aiptasien beobachtete, wenn dieselben ausschließlich auf die Ernährung seitens ihrer Algen angewiesen waren, scheint aber darauf hinzuweisen, dass diese Thiere nicht dauernd auf jede Fleischnahrung verzichten können.

2. Es ist mir bisher noch nicht gelungen, zu entscheiden, ob der in Cilioflagellaten vorkommende diatominartige Farbstoff endogener oder parasitärer Natur ist. Aus den neueren Untersuchungen von Warming und besonders auch von Bergh[1] geht hervor, dass in membranführenden Cilioflagellaten niemals irgend welche der Verdauung unterworfene Fremdkörper, wohl aber meist ein diatominartiger und ein chlorophyllartiger Farbstoff vorkommen, vermöge deren sich die Cilioflagellaten in rein vegetabilischer Weise ernähren. Diejenigen Species, welche keinen chlorophylloiden Farbstoff enthalten, ernähren sich, wie Bergh (l. c.) sehr wahrscheinlich gemacht hat, in saprophytischer Weise. Dass der gelbe diatominartige Farbstoff ein chlorophylloider ist, geht schon zur Genüge aus dem von Bergh gelieferten Nachweise von Amylum, das in chlorophyllfreien Formen stets fehlt, hervor. Ich konnte außerdem bei *Ceratium* mit Hilfe des Engelmann-schen Bacterienverfahrens die Sauerstoffentwicklung feststellen.

Die grünen Körper der Ceratien sind wohl sicher »Pseudochlorophyllkörper«, denn sie kommen bei den verschiedenen Exemplaren in sehr verschiedener Menge vor und fehlen den Ceratien des Golfes von Neapel gänzlich. Für die endogene und gegen die parasitäre Natur des gelben Farbstoffes scheint die Angabe von Bergh, dass in gewissen Species von *Ceratium*, *Protoceratium*, *Peridinium* etc. stets Diatomin vorkommt, zu sprechen. Man braucht aber, um die geringe Beweiskräftigkeit dieses Grundes zu zeigen, nur an die Radiolarien zu erinnern, bei denen gelbe Zellen so regelmäßig vorkommen, dass man sie lange für einen integrirenden Bestandtheil des thierischen Organismus ansah, ja sogar aus ihrem Vorhandensein auf die Radiolariennatur eines

[1] R. S. Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morphol. Jahrb. Bd. 7. 1881. p. 177—286.

Digitized by Google

zweifelhaften Organismus schließen zu können glaubte. Die endogene Natur der gelben Farbstoffmassen wird ganz besonders dadurch sehr zweifelhaft, dass nach den Angaben von BERGH einige Species von *Dinophysis*, *Protoperidinium* und *Peridinium* stets reichlich mit Diatomin versehen sind, andere Arten derselben Gattungen dagegen gar keinen assimilirenden Farbstoff besitzen. Der Verdacht, dass es sich hier um eingewanderte gelbe Zellen handelt, wird noch erheblich vermehrt durch die Thatsache, dass bei Ceratien des Golfes von Neapel (*C. tripos* und *C. fusus*) die Form und die Vertheilung der gelben Farbstoffkörper auffallend verschieden ist. Bisher konnte ich aber weder mit Sicherheit Kerne in den einzelnen Farbstoffmassen nachweisen, noch gelangen mir die Versuche, die Farbstoffmassen nach dem Absterben der Ceratien weiter zu cultiviren. Ich muss daher leider die Frage nach der Natur der gelben Farbstoffmassen von Cilioflagellaten offen lassen.

Sollten sich bei weiterer Untersuchung die gelben Körper als gelbe Zellen erweisen, so würden die Cilioflagellaten ein besonders schönes Beispiel für die innige Beziehung zwischen Algen und Thieren liefern. Wenn es aber gelänge zu beweisen, dass die gelben Farbstoffkörper von Ceratien etc. selbst erzeugt sind, so würden die bereits vorliegenden Gründe für die Algennatur der Cilioflagellaten noch einen erheblichen Zuwachs erfahren. Vorläufig sprechen schon die chemische Beschaffenheit und der Bau der Membran sehr dafür, dass die gepanzerten Cilioflagellaten den Algen näher stehen, als den echten Infusorien. WARMING und BERGH (l. c.) haben gezeigt, dass die Membran aus Cellulose besteht. Ich kann bestätigen, dass der Panzer von Ceratien bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure violett oder blau gefärbt wird. Es ist aber noch nicht festgestellt, ob die Cellulose als primäre Ausscheidung der Protoplasmaoberfläche auftritt oder ob sie secundär in eine bereits vorhandene Membran aus irgend einer anderen Substanz eingelagert wird. Nur im ersteren Falle würde das Vorhandensein einer Celluloseschale gegen die thierische Natur der Cilioflagellaten sprechen. Die Membran der Cilioflagellaten zeigt aber außerdem noch eine überraschende Ähnlichkeit mit den Schalen von Diatomeen. Sie besteht nämlich wie bei diesen aus zwei schachtelförmig über einander greifenden Hälften. Die Membran der Cilioflagellaten unterscheidet sich allerdings von den Schalen der Diatomeen dadurch, dass die beiden Hälften mehr oder weniger ungleich und mit einem gemeinsamen Ausschnitt (Mundspalte) versehen sind, und dass die Trennungslinie der beiden Schalenhälften nicht geradlinig, sondern spiralförmig ist. Das schachtelförmige Übereinandergreifen, das ich durch

Digitized by Google

vorsichtiges Zerdrücken von *Ceratium tripos* mit voller Bestimmtheit constatiren konnte, erscheint mir aber diesen geringfügigen Unterschieden gegenüber so schwerwiegend, dass ich eine nähere Beziehung der gepanzerten Cilioflagellaten zu den Algen für wahrscheinlich halten möchte. Die Ähnlichkeit mit Diatomeen wird noch vermehrt durch die Neigung der Cilioflagellaten, sich zu linearen Ketten an einander zu reihen. MURRAY[1] und POUCHET[2] haben kürzlich bereits auf diese Kettenbildung aufmerksam gemacht und constatirt, dass die Individuen der Ketten weder Geißel noch Wimpern besitzen. Nach POUCHET kommt die Kettenbildung dadurch zu Stande, dass das aborale, hintere Horn abbricht und am linken Rande der ventralen Depression des folgenden Individuum und zwar am Ende der Querfurche befestigt wird. Ich kann hinzufügen, dass die vordere, mit zwei Hörnern versehene Schalenhälfte an der von POUCHET angegebenen Stelle einen Ring besitzt, der durch leistenförmige, an den Rändern ringförmig zusammenschließende Verdickungen der ventralen und der dorsalen Schalenseite gebildet wird. Dieser Ring ist gerade weit genug, um das Hinterhorn eines anderen Individuum aufzunehmen.

3. Im Vorstehenden theilte ich (p. 232) mit, dass man in Vertretern der Familie der Desmacidoniden bisher nur Stärke, nicht aber Algen gefunden habe. Dabei hob ich jedoch hervor, dass man aus den bisher vorliegenden, meist beiläufig gemachten Mittheilungen anderer Forscher keineswegs etwa schließen dürfe, dass die in *Myxilla* nachgewiesene Stärke von dem Schwamme selbst producirt sei. Neuere Untersuchungen an Myxillen haben ergeben, dass das Vorkommen von Stärke in diesen Schwämmen durch das gleichzeitige Vorhandensein violetter bis rothbrauner Algen sehr einfach erklärt wird. In einer bisher noch nicht beschriebenen Art von *Myxilla*, welche mir Herr Dr. VOSMAER zur näheren Untersuchung überließ, fanden sich in der Rindenschicht, dicht unter der Oberfläche, violette Algen, bei welchen sich mittels der ENGELMANN'schen Bacterienmethode die Ausscheidung von Sauerstoff und damit die Gegenwart eines chlorophylloiden Farbstoffes nachweisen ließ. Die blassviolette, durch die Algen bedingte Färbung fand sich nur an denjenigen Stellen der sonst grauen Schwammoberfläche, welche am meisten dem Lichte ausgesetzt waren. Ein Exemplar, das aus 15 m

[1] JOHN MURRAY, Exploration of the Faroe Channel. — Proc. Roy. Soc. Edinburgh 1881—82. p. 18.

[2] POUCHET, Sur l'évolution des Péridiniens etc. Compt. rend. T. 95. 1882. p. 794.

Digitized by Google

Tiefe heraufbefördert war, enthielt sehr viel mehr Algen als ein anderes aus 35 m Tiefe. Die Algen sind kuglig, besitzen einen Durchmesser von 0,02—0,023 mm und sind bräunlichroth bis violett gefärbt. Der Farbstoff findet sich vorwiegend unter der sehr deutlichen Zellmembran. Der ganze Inhalt erscheint fein granulirt und enthält oft zahlreiche Vacuolen. Die von F. E. SCHULZE (46) in *Hircinia variabilis* gefundenen violettbraunen Algen sind vielleicht mehr denen von *Myxilla* ähnlich, als den echten Zooxanthellen, welche ich in *Hircinia variabilis* gefunden habe. Möglicherweise war ich also im Unrecht, wenn ich oben (p. 223) die von mir in *Hircinia* gefundenen gelbbraunen Algen für übereinstimmend mit den violettbraunen kugligen Körpern, welche SCHULZE in denselben Schwämmen beobachtet hat, ansah.

4. In einer russischen Abhandlung über niedere Organismen aus dem weißen Meere[1] bildet CIENKOWSKI in Figur 36 und 37 einen Flagellaten-artigen Organismus ab, welcher im Wesentlichen mit den oben erwähnten Schwärmzuständen von gelben Zellen (s. o. p. 241; Fig. 19, 20) übereinstimmt. Die Einkerbung und das Vorhandensein zweier Geißeln am vorderen Ende des ovalen Körpers, so wie der Besitz gelbbraunen Farbstoffes und hohler Stärkekörner (welche CIENKOWSKI als Scheiben mit wulstigen Rändern beschreibt) machen die von dem russischen Forscher im schwarzen und im weißen Meere häufig beobachteten Flagellaten den von mir im Golfe von Neapel gefundenen Formen sehr ähnlich. CIENKOWSKI stellt diesen Organismus unter dem Namen *Exuviaella marina* Cnk. zu den Flagellaten, erwähnt die häufig vorkommenden Häutungsprocesse, bringt jedoch seine *Exuviaella* nicht mit den gelben Zellen in Beziehung. — Weitere Untersuchungen werden zu zeigen haben, ob die Exuviaellen und Zooxanthellen nicht vielleicht Schwärmzustände von bereits bekannten Algen darstellen, was man bei ihrer außerordentlichen Häufigkeit fast erwarten sollte, oder ob sie mit WORONIN's *Chromophyton* zusammen eine besondere Gruppe von Flagellaten neben den braunen Algen bilden. Wie mir Herr Dr. G. BERTHOLD freundlichst mittheilte, ist das Letztere in so fern wahrscheinlicher, als bei den Zoosporen der Melanophyceen die beiden Geißeln ausnahmslos seitlich inserirt sind und eine ungleiche Länge besitzen.

---

[1] CIENKOWSKI, Bericht über die Excursion nach dem weißen Meere 1880. — Arbeiten Petersb. Naturf. Ges. Bd. 12. 1881. (Russ.)

Digitized by Google

5. In Betreff des Vorkommens von gelbgrünen, braunen und rothen Algen in Thieren kann ich die in neuester Zeit besonders von BERTHOLD[1] und ENGELMANN[2] mitgetheilten Forschungsergebnisse über die Vertheilung der Algen vollkommen bestätigen. BERTHOLD zeigte, dass in der Nähe der Meeresoberfläche vorwiegend grüne und blaugrüne Arten, in einiger Tiefe besonders gelbe und braune Algen, in größeren Tiefen ausschließlich rothe Formen vorkommen. ENGELMANN ist der Ansicht, dass diese Erscheinung nicht allein in der Verminderung der Intensität, sondern auch in der Veränderung der Qualität des Lichtes ihren Grund hat. Seine Versuche haben ergeben, dass für die Assimilation von grünen Zellen rothe Strahlen das Meiste leisten, während bei roth gefärbten Zellen die grünen Strahlen weitaus am energischsten assimilatorisch wirken. Da nun das Wasser schon in mäßig dicker Schicht grün bis blaugrün erscheint, so haben in einiger Tiefe die grünen und blaugrünen Strahlen eine relativ größere Energie als im ursprünglichen Lichte. Die rothen Zellen, die gerade im Grün und Blaugrün verhältnismäßig am stärksten assimiliren, können daher auch in größere Tiefen vordringen, als die gelben und braunen, und diese in größere als die grünen Zellen, welche vorzugsweise auf die rothen Strahlen angewiesen sind. Meine Beobachtungen an den in Thieren vorkommenden Algen stehen damit durchaus in Einklang. Gelbgrüne und rein gelbe Zooxanthellen finden sich ausschließlich in Thieren der Meeresoberfläche, z. B. in Radiolarien, Siphonophoren, Rhizostomen, Globigerinen, — braune Zooxanthellen in Thieren, die in geringer Tiefe leben, Actinien etc. — und endlich rothe Algen in Schwämmen, die sich in verhältnismäßig bedeutenden Tiefen (*Myxilla* 15—35 m) finden.

Neapel, 3. März 1883.

---

[1] G. BERTHOLD, Über die Vertheilung der Algen im Golfe von Neapel. — Mitth. Zool. Stat. Neapel. Bd. III. 1881. p. 414 u. ff.

[2] TH. W. ENGELMANN, Farbe und Assimilation. — Onderzoek. Physiol. Laborat. Utrecht. (3.) 7. Bd. 1882. p. 227.

Digitized by Google

Inhaltsübersicht.

I. Einleitung.

II. Die gelben Zellen.

1. Deutung und Vorkommen der gelben Zellen.
2. Gründe für die parasitäre Natur der gelben Zellen.
3. Bau der gelben Zellen.
   1) Zellkern.
   2) Membran.
   3) Farbstoff.
   4) Körner (Assimilationsproducte).
4. Specielle Beschreibung der gelben Zellen verschiedener Thiere.
   1) Gelbe Zellen von Anthea, Aiptasia, Heliactis, Gorgonia und Cladocora.
   2) Gelbe Zellen von Ceriactis.
   3) Gelbe Zellen von Cassiopeia.
   4) Gelbe Zellen von Vorticella n. sp.
   5) Gelbe Zellen von Velella und Porpita.
   6) Gelbe Zellen der Radiolarien mit Ausnahme der Acanthometriden.
   7) Gelbe Zellen von Zoobothrium pellucidum.
   8) Gelbe Zellen von Globigerina echinoides.
   9) Gelbe Zellen von Hircinia und Reniera. Nebst einem Anhange über das Vorkommen von Algen und Stärke in Schwämmen.
   10) Gelbe Zellen von Sarsien und anderen Hydromedusen.
   11) Gelbe Zellen von Convoluta.
   12) Gelbe Zellen von Eunice gigantea.
   13) Gelbe Zellen von Acanthometriden.
   14) Gelbe Zellen von Paralcyonium, Echinocardium und der Larve von Holothuria tubulosa.
5. Zu welcher Gruppe von Algen gehören die gelben Zellen.

III. Die Pseudochlorophyllkörper.

1) Die grünen Körper von Elysia.
2) Besprechung der Einwände von Lankester und Geddes.

IV. Die Symbiose von Algen und Thieren.

1. Bedeutung der Algen für die Ernährung der sie beherbergenden Thiere.
2. Die Art und Weise der Ernährung der Thiere seitens der in ihnen lebenden Algen.
3. Die Sauerstoffproduction der Phytozoen.

Litteraturverzeichnis.

Nachtrag.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 19 und 20.

Alle Figuren sind 1000fach vergrößert dargestellt (außer Fig. 46—49, 90—93). — Die gelben Zellen sind immer so wiedergegeben, wie sie bei Einstellung auf die Äquatorialebene dem Beobachter erscheinen.

Fig. 1—13. Gelbe Zellen von Anthea cereus.

Fig. 1. Nach dem Leben.
Fig. 2. Durch zweistündige Behandlnng mit Alkohol fast vollständig entfärbt.
Fig. 3. Nach Entfärbung durch Alkohol mit Jodjodkalium behandelt und schließlich durch Wasser (mit etwas Essigsäure) wieder möglichst vom Jod befreit. Nur das Stärkekorn violett gefärbt.
Fig. 4—6. Nach dreistündiger Behandlung mit Alkohol und einstündiger Einwirkung von Essigsäure (1 %).
Fig. 7. Eine gelbe Zelle, welche zunächst wie die vorigen drei behandelt wurde und dann ½ Stunde in Jodjodkalium lag. Stärkekorn deutlich violett gefärbt.
Fig. 8, 9, 10. Gelbe Zelle nach 7stünd. Behandlung mit ½%iger Kalilauge. Der Farbstoff ist sehr wenig verändert. In vielen Fällen ist das gefärbte Plasma ausgetreten und in der zusammengefalteten Membran nur das Stärkekorn und die anderen Körner zurückgeblieben (Fig. 10).
Fig. 11. Isolirte hohle Stärkekörner.
Fig. 12. Isolirte Stärkekörner nach Behandlung mit Jodjodkalium. Die Anthea, deren gelbe Zellen zur Untersuchung verwendet wurden, war nicht besonders belichtet worden.
Fig. 13. Isolirte Stärkekörner nach Behandlung mit Jodjodkalium. Die Anthea war vor der Untersuchung drei Stunden lang dem directen Sonnenlichte exponirt.

Fig. 14—19. Gelbe Zellen von Aiptasia diaphana.

Fig. 14, 15. Drei Monate nach der Isolation aus Aiptasia. Membran stark vergallertet. Fig. 15: Abgeworfene Hülle neben der gelben Zelle.
Fig. 16—19. Isolirte gelbe Zellen nach dem Leben. In Fig. 19 hat die gelbe Zelle die Form einer Schwärmspore von Phaeosporeen (?).

Fig. 20. Schwärmspore einer Phaeosporee (?). Sehr ähnlich der in Fig. 19 dargestellten gelben Zelle von Aiptasia.

Fig. 21—23. Gelbe Zellen von Cladocora caespitosa.

Fig. 21. Intact.
Fig. 22. Zerquetscht.
Fig. 23. Isolirte Stärkekörner.

Fig. 24—26. Gelbe Zellen von Cassiopeia borbonica.

Fig. 24, 25. Nach dem Leben.
Fig. 26. Zerquetscht.

Digitized by Google

Fig. 27. Gelbe Zelle von Heliactis bellis, zerquetscht.

Fig. 28, 29. Gelbe Zellen von Anthea cereus nach Behandlung mit Chromsäure ($^1/_2$ %), Magdala und Alkohol. Balsampräparat. Zellkern.

Fig. 30, 31. Gelbe Zellen von Ceriactis aurantiaca. Das hohle Stärkekorn war nicht zu erkennen. Balsampräparate. Zellkern.

Fig. 30. Nach Behandlung mit Chromsäure, Magdala, Alkohol.

Fig. 31. Nach Behandlung mit Chromsäure, Alkohol, KLEINENBERG's alkohol. Hämatoxylinlösung, Alkohol.

Fig. 32–34. Gelbe Zellen von Velella, nach dem Leben.

Fig. 32, 33. Die gewöhnlich in Velella vorkommenden gelben Zellen.

Fig. 34. Zwei ganz verschiedene Arten von gelben Zellen aus einer Velella.

Fig. 35. Gelbe Zellen von Vorticella n. sp. (auf Aglaophenia), nach dem Leben.

Fig. 36, 37. Gelbe Zellen von Globigerina echinoides, nach dem Leben.

Fig. 38—41. Amöboide gelbe Zellen von Paralcyonium elegans.

Fig. 38—40. Nach dem Leben.

Fig. 41. Mit Alkohol entfärbt und dann mit Jodjodkalium behandelt.

Fig. 42—45. Gelbe Zellen von Hircinia variabilis.

Fig. 42, 43. Nach dem Leben.

Fig. 44. Mit Alkohol entfärbt.

Fig. 45. Isolirtes Stärkekorn.

Fig. 46, 47. Extracapsuläre Sarkode von Thalassicolla nucleata mit undurchsichtigen Pigmentkörnern und gelben Zellen. Vergr. 300.

Fig. 48, 49. Vorticella n. sp. (auf Aglaophenia) mit gelben Zellen. Peristom immer mehr oder weniger eingezogen. Vergr. 400.

Fig. 50—57. Gelbe Zellen von Sphaerozoiden.

Fig. 50. 51. Gelbe Zellen von Collozoum inerme, nach dem Leben.

Fig. 52. Isolirte Stärkekörner derselben gelben Zellen.

Fig. 53, 54. Gelbe Zellen von Sphaerozoum neapolitanum, nach dem Leben.

Fig. 55, 56. Dieselben nach 1 stündiger Behandlung mit Alkohol.

Fig. 57. Gelbe Zellen von Sphaer. neap. nach Behandlung mit Alkohol und Färbung mit Magdala. Zellkern.

Fig. 58, 59. Gelbe Zellen von Myxobrachia rhopalum (= Thalassicolla sanguinolenta). Balsampräparat. Zellkern. Nach Behandlung mit Chromsäure, Alkohol, KLEINENBERG's Hämatoxylin, Alkohol.

Fig. 60, 61. Gelbe Zellen frei im Meerwasser (Auftrieb) lebend.

Fig. 62–73. Gelbe Zellen von Acanthometriden.

Fig. 62—64. Gelbe Zellen von Acanth. elastica.

Fig. 65. Gelbe Zellen von Amphilonche belenoides.

Fig. 66—69. Zum Theil spindelförmige gelbe Zellen von Ac. tetracopa.

Fig. 70. Gelbe Zellen von Acanth. elastica nach Behandlung mit Osmium, BEALE's Carmin und Alkohol. Balsampräparat. Zellkern.

Digitized by Google

Fig. 71. Gelbe Zellen von Acanth. tetracopa.
Fig. 72. Stärkekörner, die in dieser gelben Zelle nach Behandlung mit verdünntem Ammoniak sichtbar wurden und sich mit Jodjodkalium färbten.
Fig. 73. Kleine gelbe Zellen aus demselben Exemplar von Ac. tetracopa wie Fig. 71.

Fig. 74—79. Gelbe Zellen von Convoluta Langerhansii.

Fig. 74, 75. Nach dem Leben.
Fig. 76—78. Gelbe Zellen in Schnittpräparaten von Convoluten, die nach einander mit Sublimat, Pikrocarmin, Borax, Carmin, Alkohol, Paraffin, Creosot und Canadabalsam behandelt worden sind. Zellkern (erscheint granulirt).
Fig. 79. Nach Behandlung mit Jodjodkalium. Stärkekörner violett.

Fig. 80—89. Gelbe Zellen von Eunice gigantea.

Fig. 80—85. Nach dem Leben.
Fig. 86—89. Nach Behandlung mit Jodjodkalium. Hohle Stärkekörner gefärbt.

Fig. 90—93. Grüne Körper von Elysia. — Vergr. 2000.
(Mit Ölimmersion $^1/_{12}$ von Zeiss untersucht.)

Fig. 90, 91. Mit Jodjodkalium behandelt. (Unregelmäßige Stärkekörner tief gefärbt.)
Fig. 92, 93. Mit Osmium und Hämatoxylin behandelt (Zellkern).

Fig. 94—96. Amöboide gelbe Zellen von Echinocardium cordatum. Nach dem Leben.

Fig. 97. Gelbe Zellen aus der Larve von Holothuria tubulosa. Nach dem Leben.

(Fig. 98—112 befindet sich neben jeder Abbildung in dem schwarzen Streifen der Tafel das zugehörige Polarisationsbild.)

Fig. 98—100. Gelbe Zellen aus schwach belichteten Exemplaren von Anthea cereus. (Zum Theil zerquetscht.)
Zahl der doppelbrechenden Körner gering.
Fig. 101—103. Gelbe Zellen aus Antheen, welche 3—$4^1/_2$ Stunden dem directen Sonnenlichte ausgesetzt waren. Zahl der doppelbrechenden Körner sehr viel bedeutender.
Fig. 104. Gelbe Zellen aus einer schwach belichteten Aiptasia diaphana. Zahl der doppelbrechenden Körner gering.
Fig. 105, 106. Gelbe Zellen aus Aiptasien, welche 2—3 Stunden dem directen Sonnenlichte ausgesetzt waren. Zahl der doppelbrechenden Körner nimmt bei Belichtung bedeutend zu.
Fig. 107. Gelbe Zellen von Heliactis bellis.
Fig. 108. Gelbe Zellen von Ceriactis aurantiaca.
Fig. 109. Gelbe Zellen von Velella nach dreistündiger intensiver Belichtung.
Fig. 110. Gelbe Zellen von Cassiopeia borbonica.
Fig. 111, 112. Gelbe Zellen von Convoluta Langerhansii.

Digitized by Google

Beitrag zu einer Monographie der Gattung Marionia, Vayss.

Von

Dr. **R. Bergh.**

Mit Taf. 21.

Die Tritoniaden bilden eine Gruppe, die gewissermaßen einen Übergang von den »Nudibranchien« mit verzweigter Leber (kladohepatischen) zu den mit nicht verästelter (holohepatischen) vermittelt. Sie stimmen mit den Letzteren in der (nicht verzweigten) Beschaffenheit der Leber überein, stehen sonst aber der anderen großen Gruppe viel näher, und wie in dieser fehlen bei den Tritoniaden sowohl eine Blutdrüse als die Neben-Samenblase (Spermatocyste).

Die Familie der Tritoniaden, wie sie bisher bekannt ist, ist sehr einförmig und umfasst nur eine geringe Anzahl von Thieren, die in den äußeren Formverhältnissen wie im inneren Baue wenig differenzirt sind. Diese Thiere sind von gestreckter vierseitiger Körperform (Fig. 1, 2), vorn breiter, nach hinten etwas verschmälert, mit ziemlich abgeplattetem und mehr oder weniger feinknotigem Rücken; mit fast senkrechten, nicht niedrigen Seiten; mit ziemlich breitem Fuße. Vorn tritt der Rücken als ein schmales, halbmondförmiges Stirnsegel hervor, am Rande mit Papillen oder mit einfachen oder zusammengesetzten fingerförmigen Fortsätzen (Fig. 3—5) versehen. Am verdickten Außenrande des Stirnsegels eine eigenthümliche, löffelartige, den Tentakel (Fig. 3 *a*) darstellende Bildung. Am Grunde des Stirnsegels, im Genick, die ganz eigenthümlichen, aus ihren niedrigen, röhrenförmigen Scheiden mit umgeschlagenem Rande ausstreckbaren Rhinophorien: die fast degenquastähnliche Keule derselben oben in

Digitized by Google

der Mitte schief abgeplattet, am Rande mit aufsteigenden gefiederten Blättern, die Rhachis des hintersten Blattes in eine starke Papille verlängert. An dem wenig vortretenden Rückenrande eine größere oder geringere Anzahl von in einer Reihe hinter einander gestellten, größeren (Fig. 6) oder kleineren Kiemenbüscheln, die kurzstämmig und mehr oder weniger baumartig (tri- oder quadripinnat) verzweigt sind. Etwa an der Mitte der (rechten) Körperseite die Analpapille, neben derselben die Nierenpore. Der Fuß ziemlich breit, vorn gerundet, mit schwacher Randfurche, der Schwanz ist ganz kurz oder fehlt.

Der Schlundkopf ist in dieser Gruppe sehr stark entwickelt, in den Formverhältnissen mit dem der Scyllaeen, besonders aber der Pleurophyllidien sehr übereinstimmend, somit auch in Bezug auf die sehr starken Mandibeln. Auch die Zunge ist sehr stark; in der Raspel immer eine starke mediane Platte und zu jeder Seite derselben eine kürzere (Candiella, Marionia) oder längere (Tritonia) Reihe von hakenförmigen Seitenzahnplatten; die innerste derselben aber von den anderen ganz verschieden, abgeplattet. Der Magen ist meistens unbewaffnet, selten (Marionia) mit einem Gürtel von der Länge nach gestellten harten Platten (Fig. 23—28) ausgestattet. Die Leber ist ziemlich groß und bildet eine zusammenhangende kurz kegelförmige Masse, deren vorderer Theil eine Andeutung von Abschnürung von der übrigen Masse zeigt oder wirklich (Marionia) gesondert ist; von der Leber an die Athmungsorgane (noch bei den Scyllaeen) abgehende Zweige fehlen ganz und die Kiemen haben somit keine Beziehung zu der Leber. Eine Blutdrüse fehlt. Die Zwitterdrüse überzieht (wie in den Dorididen) die Leber und ist nicht (wie bei den Scyllaeen) von dieser gesondert. Die Samenblase (Spermatotheca) ist einzeln und sehr groß. Der Penis ist unbewaffnet.

Die Familie der Tritoniaden, wie sie jetzt bekannt ist[1], umfasst zwei oder drei generische Gruppen: erstens die eigentlichen Tritonien, die wieder in die Tritoniae propriae (mit stark papillirtem Stirnrande und vielplattigen Pleurae der Raspel) und in die Candiellae (mit fingerigem Stirnrande und weniger zahlreichen Platten an den Pleurae) zerfallen; dann die Marionien, und endlich gehören hierher vielleicht noch die zweifelhaften Hancockien[2] von Gosse.

---

[1] Vgl. meine nächstens erscheinende Monographie dieser Familie im XV. Heft meiner »Malacolog. Untersuchungen«.

[2] Ph. H. Gosse, On Hancockia eudactylota. Ann. Mgz. nat. hist. 4. S. XX. 1877. p. 316—319. pl. XI.

Digitized by Google

Als Vayssière im Meerbusen von Marseille (1877) eine, wie er damals meinte, bisher unbekannte Form von Tritonia genauer untersuchte, fand er dieselbe schon äußerlich von anderen Tritonien durch die Beschaffenheit des Stirnrandes verschieden; derselbe war nämlich mit dichtstehenden fingerförmigen Fortsätzen ausgestattet, welche an dem Unterrande wieder gefingert waren. Im Gegensatz zu dem Verhältnis bei den echten Tritonien zeigten diese Thiere ferner einen zweiten Magen oder eine Bewaffnung des hinteren Theils des Magens mit einem Gürtel von dichtstehenden harten Platten, etwa wie bei den Scyllaeen. Diese neue Gruppe taufte Vayssière Marionia.

Bei meiner Untersuchung anderer Tritoniaden des Mittelmeeres zeigte es sich nun aber, dass wenigstens mehrere derselben dieser selbigen Gattung angehören, während andere Tritoniaden des rothen Meeres wahrscheinlich auch hierher zu ziehen sein werden.

Untenstehend folgt eine kleine monographische Behandlung dieser Gruppe.

Marionia, Vayssière.

A. Vayssière, Sur un nouveau genre de la fam. des Tritoniadés. Comptes rendus de l'ac. des sc. LXXV. 1877. p. 299—301.

—— Déscript. de la Marionia Berghii. Journ. de conchyl. 3. S. XIX. 1879. p. 106—118. pl. VII.

Forma corporis ut in Tritoniis propriis; limbus frontalis digitatus, digitis compositis numerosis.

Ventriculus lamellis solidis armatus.

Die untenstehenden, beschriebenen oder erwähnten »Arten« werden wahrscheinlich hierher zu stellen, zum großen Theil aber später aller Wahrscheinlichkeit nach als synonyme zusammenzuziehen sein, in der Weise, dass sie nur zwei Formen (M. quadrilatera und Blainvillea) repräsentiren.

Digitized by Google

1. M. Blainvillea (Risso).
M. Berghii, Vayss.
Mare mediterr.

?2. — decaphylla (Cantr.). Bull. de l'ac. des sc. de Brux. II. 1835. p. 384. — Malac. méditerr. 1840. p. 51. pl. 4. fig. 3.
M. mediterr.

3. — quadrilatera (Schultz).
juven.? Tr. gibbosa, Risso. Hist. nat. de l'Eur. mérid. IV. 1826. p. 35.
M. mediterr.

4. — affinis, Bgh. var. vel n. sp.
M. mediterr.

5. — tethydea (delle Chiaje).
M. mediterr.

6. — Costae (Verany). Catalogo. 1846. p. 23. Tav. II. Fig. 7, 8. — VERANY, Catal. des moll.... des envir. de Nice. Journ. de conch. IV. 1853. p. 386.
M. mediterr.

7. — Meyeri (Verany). Zool. des Alpes marit. 1862. p. 87.
M. mediterr.

8. — acuminata (O. G. Costa). Stat. fis. ed. econom. dell' isola di Capri. II, 1. 1840. p. 69. Tav. V. Fig. 1 a, b.
M. mediterr.

9. — elegans (Aud., [Savigny]). Déscript. de l'Égypte. T. XXII. 1827. pl. II. fig. 1. — A. ISSEL, Malacol. del mar Rosso. 1869. parte quarta. p. 314. Tr. glauca, Rupp. et Leuck. Neue wirbell. Th. d. rothen Meeres. 1828. p. 16. Taf. 4. Fig. 2 a, b.
Mare rubrum.

10. — cyanobranchiata, R. et L. l. c. p. 16. Taf. 4. Fig. 3 a, b.
M. rubrum.

1. M. quadrilatera (Schultz).

Tritonia quadrilatera, Schultz. PHILIPPI, En. moll. Sic. I. 1836. p. 103; II. 1844. p. 75. Tab. XIX. Fig. 2.

Color nothaei rubescente-brunneus vel fere scarlatinus fasciis transversalibus irregularibus flavescente-albis brunneo-reticulatis, et

Digitized by Google

punctis albidis ubique sparsis; margo dorsalis sicut petioli branchiarum flavescentes vel flavescente albidi; margo frontalis sicut rhinophoria brunnescente-grisea vel flavescentia; branchiae rubrae. Latera corporis rubescente brunnea vel scarlatinosa, punctis albidis ubique sparsis; caput rubescens; solea podarii (albescente-) incolor.

Hab. M. mediterr. (ad Neapolim).

Taf. 21. Fig. 1—20.

Dieses Thier scheint erst von SCHULTZ (PHILIPPI) (1836) untersucht und beschrieben, seitdem aber von den italienischen Faunisten kaum beachtet worden zu sein, auch nicht von VERANY, wenn die von ihm beschriebenen Tr. Costae und Meyeri nicht hierher als Varietäten gehören sollten. In der kritik- und überhaupt ganz werthlosen Compilation von TIBERI[1] ist diese Art mit der Tr. Blainvillea u. a. Formen identificirt. Durch nicht unbedeutende Abweichungen in der Farbentracht ist die Trit. decaphylla, trotz den Angaben von CANTRAINE wie auch von PHILIPPI, wahrscheinlich nicht mit der Tr. tetraquetra identisch, viel eher mit der Mar. Berghii von VAYSSIÈRE. Die Art scheint überhaupt in der Färbung ziemlich zu variiren.

Selbst habe ich das Thier nicht lebend gesehen. In der zoologischen Station zu Neapel hat aber Dr. ANDRES mir die Freundlichkeit erzeigt, nach dem lebenden Thiere einige farbige Skizzen (Fig. 2) aufzunehmen, auch hat Herr MERCULIANO eine ausgeführte Zeichnung gegeben (Fig. 1) und Dr. P. MAYER mir freundlich einige Notizen über die Farbenvertheilung geschickt.

Den Skizzen von Dr. ANDRES und Herrn MERCULIANO zufolge hat die Länge des lebenden Thieres bis gegen 8 cm betragen bei einer Breite bis 1,6 und einer Höhe bis 1 cm; die Breite des Stirnsegels 17, die Höhe der Rhinophorien 7, der Kiemen bis 4 mm. — Die Farbe des Rückens ist rothbraun oder scharlachroth, wird aber durch unregelmäßige, gelblich-weiße, breite Querbänder unterbrochen, die (in viel höherem Grade als die rothbraunen Strecken) bräunlich reticulirt sind; die Maschen des Netzwerkes werden zum großen Theil von weißen vortretenden Punkten eingenommen. Der Rückenrand so wie der Stiel der Kiemen gelblich oder gelblichweiß, der Stirnrand so wie die Keule der Rhinophorien bräunlichgrau oder bräunlichgelb, die Kiemen roth. Die Seiten des Körpers und der obere Fußrand röthlichbraun oder schar-

[1] N. TIBERI, I molluschi nudibranchi del Mediterraneo. Bullet. della soc. malacolog. ital. VI. 1880. p. 218.

Digitized by Google

lachroth mit dichtstehenden weißen Punkten, der Kopf röthlich, die Fußsohle weißlich oder fast farblos[1].

Von dieser Art habe ich 6 (7) in Alkohol gut bewahrte Individuen, die mir im Mai 1880 in der Station von Neapel gegeben waren, genauer, und zwar vier davon anatomisch untersuchen können. Den Angaben Delle Chiaje's so wie der Station zufolge waren diese Thiere (in den letzten Jahren) im Golf von Neapel im Frühling ziemlich häufig gefischt worden.

Die Länge des größten dieser Individuen betrug 5 cm bei einer Breite bis 11,5 und einer Höhe bis 11 mm, die Breite des Fußes war vorn 10,5 mm, die Breite des Stirnsegels 12 bei einer Länge bis 5, die Fortsätze desselben noch dazu 1,5 mm messend, die Höhe der Rhinophorscheiden 3, die der Keule der Rhinophorien auch 3 mm, die Höhe der Kiemen bis 4,75 mm. Die übrigen Individuen variirten in Länge von 3,5—4,5 cm bei einer Breite bis 9—11 mm und einer Höhe bis 8—11 mm, die anderen Maße betrugen 7,5—10, 8—10 mit 3—4 und 0,75—1 mm; ferner 2—3 und 2—3 und 4 mm. — Die Farbe aller dieser Individuen war gelblich, ein wenig dunkler am Fuße und am Rücken, heller an den Körperseiten. Der Rücken war fein netzartig gezeichnet durch dichtstehende, polygonale, ungleich große, mehr gelblichweiße Fleckchen mit stärker ausgeprägtem Rande (so wie mitunter auch dunklerer Centralpartie). Die Fleckchen in der Mitte des Rückens seiner ganzen Länge nach größer (an dem größten Individuum einen Durchmesser bis 1,8 mm erreichend); an den Seitentheilen kleiner, am Rande noch dazu mehr rundlich; am Stirnsegel, an den Rhinophorscheiden, an der oberen Seite der Kiemenstiele, so wie zum Theil auch an dem Laube der Kiemen waren die Flecken auch kleiner und mehr rundlich, aber dicht gedrängt. An den Körperseiten sehr zahlreiche, auch im Ganzen etwas kleinere und mehr weiße, rundliche, mitunter ein wenig vortretende Fleckchen, die noch feiner und dichter stehend so wie mehr gelblich gegen den Fußrand hin vorkamen. Die Unterseite des Stirnsegels mit gelblichen, denen des Fußrandes ähnlichen Punkten und Knötchen, die auch am Kopfe bis an den Außenmund hin vorkommen. Die Spitzen der Fortsätze des Stirnsegels so wie der größte Theil des Laubes der Kiemen fast farblos. Die Keule der Rhinophorien gelb oder gelblich, eben so die Fußsohle. — Ein später zugekommenes Individuum war von ziemlich dunkler, grünlich braungrauer Bodenfarbe, sonst wie gewöhnlich gezeichnet.

[1] Philippi giebt eine etwas andere Farbenzeichnung an.

Digitized by Google

Die Körperform ist bei diesen wie bei anderen Marionien schlanker als in den typischen Tritonien, die Körperseiten ein wenig niedriger, der Rücken nur unbedeutend breiter als der Fuß. Das auch fast halbmondförmige Stirnsegel kaum so stark entwickelt wie bei den typischen Tritonien; der Vorderrand in der Mittellinie kaum so deutlich gekerbt; die Randpapillen[1] hier im Ganzen kaum kleiner als in jener; von solchen kommen, in eine Reihe gestellt, 12—16 vor, von denen die 2—4 mittleren die kleinsten waren, die Größe nahm sonst von innen nach außen allmählich unbedeutend zu, meistens waren aber doch die 1—2 äußersten wieder ein wenig kleiner. Diese Randpapillen waren stark, etwas zusammengedrückt, der obere Rand gerundet und eben (Fig. 4, 5), der untere Rand dagegen mit 2—3 Längsreihen von (2) 3—4 höheren oder niedrigeren, kegelförmigen Zacken (Fig. 3—5). Am Grunde der Unterseite der zwei äußersten Randpapillen der löffelartige Tentakel mit verdicktem Rande (Fig. 3*a*). Die obere (Fig. 1) so wie die untere Seite des Kopfsegels glatt, indem die Punkte und die Knötchen sich fast nicht über das Niveau der Haut erheben. Seitwärts im Genick, am Grunde des Stirnsegels die Rhinophorien (Fig. 1, 2); wenn ganz hervorgestreckt, präsentirte sich die Keule meistens 4—5 mal höher als die Höhe der Scheide. Diese Scheide weit und die Keule ziemlich tief unter ihrem Rande zurückziehbar; der Rand ein wenig zackig; die Innenseite eben und die weißen oder gelblichen Punkte der Außenseite durchschimmernd. Der Stiel der Keule fast cylindrisch, dünner als diese letztere, am Grunde (Fig. 1) meistens aber etwas dicker, die Hälfte bis zwei Drittel der Höhe der Keule an Höhe betragend[2]. Die Keule selbst, wie gewöhnlich, quastförmig, mit (5) 6 bis 8 starken, bipinnaten, nach oben zugespitzten Blättern; die Endpapille der Rhachis des hintersten Blattes meistens nach unten verschmälert, groß. Der Rücken flach, vorn zwischen den Rhinophorien (Fig. 1) in das Stirnsegel übergehend, nach hinten verschmälert; der Rückenrand als ein ganz schmaler (nur bis etwa 0,5 mm breiter), dünner Saum vortretend, welcher vorn sich bis an den (äußeren) Rand der Rhinophorscheide verfolgen lässt und sonst in ziemlich regelmäßigen Abständen in Kiemen hervorschießt. Die Anzahl[3] dieser Kiemen beträgt an jeder Seite 11—13, mitunter 14—15; ihre Stellung ist (Fig. 1)

[1] Philippi giebt (l. c.) die Anzahl der Randpapillen (»laciniae tentaculares«) zu etwa 10 an.

[2] Vgl. Philippi l. c. Tab. XIX. Fig. 2 b.

[3] Philippi giebt (l. c. I. p. 103; II. p. 75) die Anzahl der Kiemen jeder Seite zu 10—14 an.

Digitized by Google

an beiden Seiten einigermaßen entsprechend; die vorderste steht meistens dicht hinter dem Rhinophore, die hinterste dicht vor dem Hinterende des Körpers; die vordersten waren ziemlich klein, die hintersten aber die kleinsten; der Rückenrand in den interbranchialen Interstitien fast geradelaufend (nicht gebogen). Die Kiemen (Fig. 6) an die Randpapillen des Stirnsegels einigermaßen erinnernd, an der oberen Seite abgeplattet, oben in 4—3—2 kurze Fortsätze tief gespalten, die, wieder 2—3getheilt, als bipinnate Äste endigen (Fig. 1, 6). — Die Körperseiten (Fig. 2) ziemlich hoch, am höchsten in der Gegend der Analpapille, nach hinten zu allmählich ganz niedrig; sie waren fast glatt, besonders nach oben. An der rechten Seite vorn, dem Contractionszustande nach meistens unter dem Interstitium der dritten bis vierten Kieme oder unterhalb der dritten oder der vierten, seltener unterhalb der fünften Kieme die (meistens stark zusammengezogene) Genitalpapille, die, wenn schlaff, zwei Öffnungen zeigte, von denen die obere (für den Penis) meistens mehr spaltenartig. Weiter nach hinten, dem Rückenrande näher, dem Zusammenziehungszustande des Thieres nach unterhalb der Gegend zwischen der vierten und fünften oder der fünften und sechsten oder selbst unterhalb der sechsten Kieme die mehr oder weniger vortretende Analpapille (in zwei Individuen mit einem kleinen Prolaps). Vor und oft ein wenig oberhalb der Analpapille die feine Nierenpore. — Der Außenmund eine senkrechte oder ıförmige Spalte zwischen dem Vorderende des Fußes und der Wurzel des Stirnsegels; die etwas gewölbte Umgegend der Mundspalte nach oben in (Fig. 2) das Stirnsegel übergehend (an zwei der größten Individuen war der ganze Schlundkopf (6—7 mm lang bei einer Höhe bis 8—9 mm) durch den Außenmund hervorgestülpt, an einem dritten die Zunge zwischen den Mandibeln hervorgestreckt). — Der Fuß wie gewöhnlich; das gerundete Vorderende (Fig. 2) mit ziemlich starker Randfurche, die sich auch ziemlich weit nach hinten fortsetzt (die untere Lefze der Furche meistens ziemlich tief und stark gerunzelt); von den Körperseiten springt der Fußrand auch nur wenig (bis etwa 0,75 mm) hervor (Fig. 1); hinten ist der Fuß mit dem Rücken fast bis an sein Ende verbunden und ragt kaum über denselben hervor, ein Schwanz findet sich also kaum angedeutet (Fig. 1, 2).

An den Körperseiten schimmerten mitunter hier und da Partien der Zwitterdrüse durch. — Die Eingeweide sind an den meisten Stellen durch kurze Bindesubstanz an die Körperwände angeheftet. Die Körperhöhle sich nur bis zur Gegend der achten bis neunten, mitunter selbst der siebenten Kieme erstreckend.

Digitized by Google

Die Lageverhältnisse der Organe fast ganz wie bei der typischen Tritonia.

Das Centralnervensystem eben so klein und abgeplattet wie bei der Tritonia, von stark gelber Farbe. Die cerebro-pleuralen [1] Ganglien wie in jener Form; die zwei Abtheilungen, besonders an der unteren Seite, sehr deutlich geschieden; das vordere äußere Ende meistens wohl noch ein wenig mehr vortretend; die cerebro- und pleuro-pedalen Connective an der Unterseite der Ganglienmasse sehr ausgeprägt. Die N. vaginae rhinophorii, N. olfactorius, Nn. frontales, N. tentacularis, N. und Gangl. opt., Nn. labiales, Nn. musculares (bulbi) und N. pallialis ganz wie bei der typischen Tritonia. Die rundlichen wie kurzstieligen pedalen Ganglien, so wie die Nn. pediaei auch wie in jener Form. Eben so verhielten sich die rundlichen (distalen) Riechknoten, die buccalen und die gastro-oesophagalen Ganglien. Die Commissuren wie gewöhnlich, die pleurale von der subcerebro-pedalen ganz gesondert.

Die Augen wie gewöhnlich; die (hinter oder auf dem pleuropedalen Connective liegenden) Ohrblasen mit ganz kleinen, wenig verkalkten Otoconien; die Haut mit ihren Drüsen wie bei der Tritonia, eben so die der Lippen und des Vorderrandes des Fußes.

Die Mundröhre (zurückgezogen) bis fast 5 mm lang, weniger nach hinten verlängert und hinten weniger schmal und mehr gerundet; die Innenseite wie gewöhnlich; an ihrem Grunde heftet sich jederseits ein langer, dünner, von der Körperseite in der Gegend des Hinterendes des Schlundkopfes entspringender Retractor an. — Der Schlundkopf von der gewöhnlichen colossalen Größe, auch hier etwa $^1/_5$—$^1/_4$ der ganzen Körperlänge betragend; etwa 8—9 mm lang bei einer Breite bis 5—6 und einer Höhe bis 5—5,5 mm. Die Formverhältnisse des Schlundkopfes ganz wie bei der Tr. Hombergi. In ziemlich weitem Umkreise um den Pharynx und weiter nach vorn bis an das Schloss der Kiefer (obere Wand der Mundhöhle) schimmerte das schwarze Epithel der dünnen Mundhöhlendecke hindurch, theilweise durch den dünnen (gelblichen) M. circularis pharyngis gedeckt; hinter dieser schwärzlichen Gegend war die quergehende Musculatur (M. transv. post.) sehr stark entwickelt und verdeckte meistens vollständig die Raspelscheide

[1] In Übereinstimmung mit der von Spengel in seiner vorzüglichen Arbeit über »die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken« (Ztschr. f. wiss. Zool. XXXV. 1881. p. 334) vorgeschlagenen Nomenclatur bezeichne ich die von mir früher Visceralganglien benannten Nervenknoten als Pleuralganglien.

Digitized by Google

und weiter nach außen die Musculatur der oberen Zungenmuskelmassen. Vor diesen letzteren und durch eine Furche von ihnen geschieden ein Theil der unteren Zungenmuskelmasse. An der Unterseite des Schlundkopfes schimmert auch das dunkle Epithel der Mundhöhle in der ganzen Peripherie der Anheftung der Mundröhre so wie hinten noch ein wenig in der Gegend des Eintrittes der Art. lingualis durch, und viel stärker ganz hinten zwischen den Enden der Kaufortsätze der Mandibel. Die Muskelplatte außerhalb der Anheftung der Mundröhre wie gewöhnlich; ihr innerer Theil, besonders in der hinteren Hälfte, von hell röthlichbrauner Farbe. Die Lippenscheibe wie gewöhnlich, aber schwarz oder schwärzlich, nur im inneren Rande grauweißlich; von oben und außen nach innen und unten von ganz feinen Streifen durchzogen; der Bau der gewöhnliche; unter der Lippenscheibe der gewöhnliche M. mandibulo-discalis. Die Mandibel an Länge und Breite den oben angegebenen Maßen des Schlundkopfes entsprechend; die Länge jedes Kiefers in dem größten Individuum 9 mm bei einer Breite bis 2,8 und einer Höhe bis 2,7 mm, seine Farbe horngelb. Die Formverhältnisse der Mandibel wesentlich wie bei der Tritonia, nur waren sie im Ganzen, besonders oben, breiter und ein wenig mehr der Länge nach gewölbt; die Kiefersubstanz bis 0,9 mm dick, auch hier wie eine Rinden- und eine hellere Marksubstanz zeigend. Die der Schlosspartie angrenzende Strecke größer und breiter als bei der Tr. Hombergi; die von der innerhalb des Kaurandes an der Vorderseite verlaufenden, gebogenen, aber viel weniger tiefen Furche begrenzte Strecke breiter als bei jener Art; das Hinterende mehr zugespitzt, die Kaufortsätze ein wenig kürzer. Der Kaurand seiner ganzen Länge nach ohne Zacken, aber schon unter der Lupe wie fein guillochirt; innerhalb der freien vorderen Kante eine feine Furche, an welche die höckerbesetzte, schmale, nach oben hin noch verdünnte Strecke stößt. Die letztere trägt oben 3—4, nach unten zu allmählich 6—8 Quincunxreihen von Höckern, die gegen den freien vorderen Rand hin kegelförmig (mitunter mit gespaltener Spitze), nach dem hinteren Rand hin plattenartig sind; ganz oben (in der Nähe des Schlosses) waren die Höcker fast verwischt, dann von einer Höhe von etwa 0,035 mm und sich weiter schnell zu der von beiläufig 0,1 mm erhebend, welche sich dann weiter nach hinten erhielt. Die Form der Mandibel, besonders die Beschaffenheit ihres Kaurandes somit von denen der typischen Tritonia nicht unbedeutend verschieden. Bei zwei Individuen deckte der Rand des linken Kiefers ganz den des rechten. Das die Mandibel tragende Vorderende der Kiefermuskelmassen fast ganz wie oben; nur con-

Digitized by Google

trastirt hier der längere äußere Theil durch seine gelbliche Farbe gegen den kohlschwarzen und meistens viel kürzeren, flügelförmigen inneren Theil; noch dazu deckt der gelbe Theil mit einem ganz dünnen, farblosen, schmalen (an dem Kiefer angehefteten) Gebräme den äußersten Rand des schwarzen Flügels. Auch die Nebenmundhöhle war wie bei der Tritonia. Die die Kiefermuskelmassen bildenden Muskeln, die Mm. rectus sup., transv. supp., pectinatus wie bei den typischen Tritonien.

Nach Wegnahme des Pharynx liegt die Zunge von oben entblößt; sie ist überall bis an den Rand der Raspel sammtschwarz und so auch das Raspeldach; die Formverhältnisse ganz wie bei der Tritonia. Gegen die sonst schwarze Zunge contrastirt sehr schön die (von einem schmalen, gelblichen oder weißlichen, durch Ausfallen der Randplatten hauptsächlich gebildeten Saum eingefasste) röthlich kastanienbraune oder mehr rothgelbe Raspel, deren Rhachispartie dunkler war; aus ihrer Scheide ausgelöst zeigt sich dieser Theil der Raspel an der Unterseite sehr schön rothviolett. In der Raspel kamen 30, 36, 34 und 26 Zahnplattenreihen vor, und weiter nach hinten 20, 12, 10 und 10 ganz entwickelte, eine gelbe und 3 mehr oder weniger gelbliche Reihen, die Gesammtzahl derselben somit 54, 52, 48 und 40. Die Zahl der Platten in den Reihen betrug hinten an der Zunge 34, 35, 45 und 26, vorn in der Raspelscheide 36, 38, 48 und 28, und in der hintersten (unentwickelten) Reihe 39, 41, 50 und 30. Die Zahnplattenreihen der Zunge alle mehr oder weniger incomplet bis auf die allerhintersten. Die Zahnplatten waren von hell kastanienbrauner oder dunkel horngelber Farbe, nur die äußeren gelblich und die äußersten fast farblos. Die Breite der vordersten medianen Zahnplatten betrug 0,37 mm, die der hintersten auch nur 0,37 mm; die Höhe der lateralen Platten sich bis zu 0,44 mm erhebend; die der äußersten ziemlich variabel, die der fünf äußersten bei dem größten Individuum etwa 0,39—0,37—0,30—0,28—0,25 mm betragend. Die medianen Zahnplatten (Fig. 7) wesentlich wie bei der typischen Tritonia; sie sind aber relativ breiter und ziemlich gerundet. Die erste Seitenzahnplatte (Fig. 7*aa*, 8) schmäler als bei der Tritonia; die nächstfolgenden Platten waren größer als bei dieser. Die Seitenplatten sich dann (Fig. 9—19) im Ganzen durch die Reihe in derselben Art wie bei der Tritonia entwickelnd. Die Platten im Ganzen höher und schlanker als bei der Tr. Hombergi, und der Basaltheil von etwas anderer Form. Die (Fig. 20) an Größe abnehmenden äußeren Platten schlanker, besonders die äußerste (Fig. 20*a*). — Die Tragemembran der Raspel und ihre Fort-

Digitized by Google

setzung, die Mm. ling. supp., wie bei den typischen Tritonien; eben so die Zungenhöhle und der sattelförmige Körper. Die Wände der Mundhöhle sammtschwarz, bei lebenden Thieren sammtartig dunkelviolett.

Die Speicheldrüsen wie bei der Tritonia, abgeplattet, auch (meistens bis etwa 6—8 mm) lang, vorn bis 1,5 mm breit, weiß, die Speiseröhre begleitend, und hinten verbreitert den hinteren Theil der Seiten und (besonders rechts) der Unterseite derselben so wie den vorderen Theil des Magens mit ihren starken Verzweigungen überziehend; mitunter auch mit langen dünnen Ästen sich weiter nach hinten über die Seiten und die Unterfläche der vorderen Genitalmasse verbreitend. Die Speicheldrüsengänge nicht kurz (bis 3 mm lang).

Die Speiseröhre, etwa 6—8 mm lang, nach hinten allmählich ohne Grenze in den Magen übergehend, vorn mit einem Durchmesser von meistens 1,5, hinten von 2 mm; an der Innenseite feine Längsfalten. Bei zwei Individuen war die Speiseröhre in mehr als ihrer hinteren Hälfte zu einem Sacke von 5,5—6 mm längstem Durchmesser erweitert. Der Magen bildet einen birn- oder mehr kugelförmigen Sack von 5,5—6 mm längstem Durchmesser, welcher fast vollständig frei über die Leberkluft hervorragt; der hinterste, etwas engere Theil zeigt eine stärkere Entwicklung der Kreismusculatur und durch dieselbe schimmern als dunkle, kurze Striche die Magenzähne. Dieselben bilden (vgl. Fig. 23—28) nämlich einen ziemlich schmalen Gürtel vor dem Pylorus, wo sie sich ein wenig schief von den Leisten der Magenwand erheben, welche ziemlich hoch hinauf in die Platten eintreten. Die Anzahl der Platten war in den verschiedenen Individuen 77, 57, 48 und 44; sie waren horngelb bis gelbbraun, meistens 0,6—0,9 mm lang bei einer Höhe von etwa 0,4—0,5 mm, zwei erreichten aber (vgl. Fig. 25, 26) eine Länge von 1,4 bei einer Höhe bis 1,2 mm. Die meisten Platten waren nämlich von etwa derselben Größe mit einzelnen hier und da zwischengeschobenen von geringerer (vgl. Fig. 23) Länge und Höhe; nur unten und links fanden sich (vgl. Fig. 25, 26) neben einander die zwei etwas größeren; die Platten waren an dem Grunde nicht viel breiter als an dem Rückenrande, welcher mitunter etwas beschädigt war (vgl. Fig. 24); in der Mitte ihrer Länge waren sie oft etwas schmäler als an den Enden; diese Endränder waren entweder (vgl. Fig. 26, 28) allmählich gerundet, oder der Hinterrand fiel mehr (Fig. 28) senkrecht ab. In der Strecke vor dem Plattengürtel zeigte der Magen Längsfalten; hinter dem Gürtel fand sich noch eine kurze glatte Strecke, welche sich nach hinten in den kurzen Hauptgallengang und links und oben in den Darm fort-

Digitized by Google

setzte. Der Darm ging erst links, bog dann nach vorn, bildete sein bald vor, bald auf, bald hinter der vorderen kleinen Leber liegendes Knie, verlief dann schräg nach außen und hinten und dann gerade nach außen an die Analpapille; die ganze Länge des Darmes betrug 17—15 mm bei einem Durchmesser in der Mitte von etwa 2—3,5, in der äußersten Strecke von 2—1 mm. Durch wenigstens etwa zwei Drittel der Länge des Darmes verlief, von der hinteren unteren Wand ausgehend, eine sehr starke, (bis 2 mm) hohe Falte, deren Ende als ein kurzer Zipfel vorsprang; sonst fanden sich viele feine Längsfalten. — Der immer reichliche Inhalt der Verdauungshöhle war in allen Individuen derselbe; aus größeren und kleineren gelblichen Klumpen bestehend, die, wenn zerbröckelt, sich als das von Sclerodermiten durchzogene Coenenchym eines wahrscheinlich Alcyonium-artigen Thieres erwiesen; unter denselben kamen auch (unten carminrothe) Körper vor, die ziemlich an die von VAYSSIÈRE[1] im Magen von Marionia Berghii gefundenen »Zooïdes octactiniens« erinnerten.

Die Leber, kegelförmig, 11—16 mm lang bei einer Breite von 4,5—6,5 mm; das Hinterende gerundet, das Vorderende gerade oder schief (nach hinten und rechts) abgestutzt und (für den Magen) etwas ausgehöhlt; auf Durchschnitten graugelblich; die Leberhöhle klein, der Gallengang kurz und weit. Während diese Leber von der Zwitterdrüse in gewöhnlicher Weise überzogen ist, ist solches nicht mit der ganz isolirten, kleinen Nebenleber der Fall. Diese letztere liegt vor, unter oder hinter dem Darmknie an dem Magen, ist etwas herzförmig, von etwa 3—4,5 mm größtem Durchmesser bei einer Dicke von 1,75—2 mm, von braungrauer Farbe; ihre kleine Höhle öffnet sich durch einen nicht ganz kurzen (bis 2 mm langen), von der Mitte der Unterseite entspringenden Gallengang in den Magen vor dem Plattengürtel.

Das Pericardium und das Herz wie bei den typischen Tritonien. Dasselbe schien mit dem Nierensystem der Fall; die gelbliche Nierenspritze melonenförmig, von beiläufig 2,5 mm größtem Durchmesser, mit starken Falten; der Nierenspritzengang mit starken Vegetationen; die Urinkammer sehr dünnwandig.

Die Zwitterdrüse (mit ihren ovarialen Follikeln) die Leber, ausgenommen einen mehr oder weniger breiten submedianen Streifen an der Unterseite derselben, wie mit dicht stehenden gelblichen Körnchen

[1] A. VAYSSIÈRE, Descript. de la Mar. Berghii. Journ. de conchyl. 3. Sér. XIX. 1879. p. 115. pl. VII. Fig. 10, 11.

Digitized by Google

bedeckend; an Durchschnitten der hinteren Eingeweidemasse contrastirte diese 1—1,2 mm dicke Zwitterdrüse durch ihre gelbe Farbe gegen die hellere Leber; der Bau der Drüse wie bei der typischen Tritonia; sie enthielt reife Gonoblasten[1]. Der nicht ganz dünne, weißliche Zwitterdrüsengang rechts aus dem unteren Rande der hinteren Eingeweidemasse mit zwei verästelten Stämmen entspringend, an die vordere Genitalmasse hinübertretend und gleich zur Ampulle anschwellend.

Die vordere Genitalmasse eine längliche, etwas zusammengedrückte Masse bildend, deren Länge in den vier untersuchten Individuen 10, 15, 16 und 17 mm bei einer Höhe von 4—6 und einer Breite von 3,5—5 mm betrug; die Hauptausführungsgänge noch 4 mm vortretend. Das Vorderende der Masse war immer von der großen Samenblase gebildet, welche an der an ihrer Vorder- (rechten) Seite liegenden mächtigen Ampulle des Zwitterdrüsenganges ruhte, die noch wenigstens die Hälfte des Unterrandes der Masse bildete; längs des oberen Randes oder längs der Vorderseite verlief nach hinten, fast gestreckt, der Samenblasengang; hinten, am Grunde des Schleimdrüsenganges, an der rechten Seite der gelbliche Knäuel des Samenleiters und an der linken Seite desselben, theilweise von dem Knäuel verdeckt, die rothgelbe Eiweißdrüse. — Die gelblichweiße, opake Ampulle stark zusammengebogen oder mehrmals geknickt, ausgestreckt 13—15 mm messend bei einer Dicke in der Mitte von 3—3,5 mm. Der Samenstrang einen Knäuel von Windungen bildend, entwirrt etwa 1,6—2 cm messend, sich in den Scheitel des (zurückgezogenen) Penis öffnend, welcher kurz sackförmig war, 4—5 mm lang; die in dem Praeputium meistens mehr oder weniger zusammengebogene, zusammengerollte oder wenigstens mit der Spitze zurückgebogene Glans länger als die Vorhauthöhle; bei einem Individuum jedoch nur einen Kegel bildend, der ein wenig kürzer als die Vorhaut war; der Samenleiter konnte bis an die Öffnung an der Spitze verfolgt werden. Die Samenblase meistens kugelförmig, von einem Durchmesser von 6—6,25 mm[2]; der Ausführungsgang ziemlich stark, stärker als der Samenleiter, etwa 1½ mal so lang wie die Blase, unten ein wenig erweitert (Vagina). Die zusammengedrückte, ovale oder mehr längliche Schleimdrüse den kleineren Theil der vorderen Genitalmasse bildend, 5,5—6,5 mm lang, weißlich und gelblich. An der Wurzel des Schleimdrüsenganges rechts die ganz fein gyrate,

---

[1] Genoblastes, MINOT; Geschlechtsproducte. Vgl. Biolog. Centralblatt II, 12. 1882. p. 365.

[2] In dem einen Individuum war der Inhalt der Spermatotheke schwarz.

Digitized by Google

rothgelbe Eiweißdrüse, ihr entsprechend an der linken Seite eine weiße Partie mit sehr großen Windungen. Der Schleimdrüsengang mit der gewöhnlichen Falte. In das Vestibulum genitale öffnet sich vorn der Penis, oben die Vagina und hinten und unten der Schleimdrüsengang.

2. M. affinis Bgh. n. sp.?

Hab. M. mediterr. (ad Neapolim).

Unter den mir in der Station von Neapel gegebenen Marionien fand sich ein größeres Individuum, das, genauer untersucht, Verschiedenheiten, besonders in der Art der Zungenbewaffnung, zeigte, die es, trotz der übrigen Übereinstimmungen mit der M. tetraquetra, auch in Beziehung auf die schwarze Farbe der Mundhöhle, vielleicht nicht erlauben, diese Form mit der obigen zu vereinigen.

Das untersuchte Individuum war leider ziemlich abgerieben und im Ganzen weniger gut conservirt. In so weit solches aber beurtheilt werden konnte, stimmte es jedoch in den Form- und Farbenverhältnissen mit den Individuen jener Art, war aber größer und etwas plumper als jene. Die Länge betrug 6,5 cm bei einer Breite des Rückens bis 1,8 und einer Höhe bis 1,7 cm; die Breite des Fußes war (vorn) 1,8, die des Stirnsegels 1,6 cm bei einer Länge bis 5 mm, die Fortsätze desselben noch dazu bis 2,5 mm messend; die Rhinophorscheiden bis 4,5 mm hoch, die Höhe der Kiemen bis 5,5 mm. Die Zeichnung des Rückens und der Körperseiten schien, wo sie erhalten war, ganz wie oben beschrieben. — Die Randpapillen des Stirnsegels stimmten in Anzahl (16) und in Form mit denen der vorigen Art überein, eben so die Tentakel und die Rhinophorien, deren Endpapille eine Höhe von 2 mm hatte. Der Rücken wie oben, der Rückenrand etwa 1,5 mm vortretend. Die Anzahl der Kiemen jederseits 14—15; sie verhielten sich, wie es schien, ganz wie in der vorigen Art; eben so die Lage der Genital- und der Analpapille. Der Fußrand an den Seiten bis 2,5 mm hervortretend.

Das Centralnervensystem und die Sinnesorgane wie oben. — Der Schlundkopf etwa 1,5 cm lang bei einer Breite bis 1,2 und einer Höhe bis 1,1 cm. Die Mandibeln an Länge und Breite den angegebenen Maßen des Schlundkopfes entsprechend, ihre Höhe bis 4,5 mm betragend; die Breite des einzelnen Kiefers hinter dem Schlosse 4,2, in der Mitte 6 mm. Sie waren schön bernsteinfarbig, dunkler in der hinteren Hälfte; die Kiefersubstanz bis 1,5 mm dick. Der innere Theil

Digitized by Google

des Kiefers mit dem Kaurande in der Nähe des Schlosses stark bogenförmig nach vorn geknickt; der Kaurand sehr stark abgenutzt und nur oben und unten Spuren von einer ähnlichen Bewaffnung wie in der vorigen Art zeigend. Die Zunge auch der von M. tetraquetra ganz ähnlich; in der Raspel 62 Zahnplattenreihen, von denen die 32—34 vordersten mehr oder weniger incomplet; weiter nach hinten fanden sich noch 14 entwickelte und 4 noch nicht ganz entwickelte Reihen; die Gesammtzahl derselben somit 80. Die Zahl der Zahnplatten hinten an der Zunge 82, vorn in der Raspel 92 und in der hintersten (unentwickelten) Reihe der Raspelscheide 104. Die Breite der vordersten medianen Platte etwa 0,3 und die der hintersten beiläufig nur etwa 0,31 mm betragend; die Höhe der Seitenzahnplatten sich bis auf 0,32 mm erhebend; die Höhe der fünf äußersten ziemlich variabel, in einer Reihe 0,08—0,1—0,16—0,18—0,22, in einer anderen 0,14—0,16—0,18—0,2—0,25 mm betragend. Die medianen Platten wie in der M. tetraquetra, der Vorderrand aber in der Mitte weniger ausgekerbt. Die Seitenzahnplatten im Ganzen plumper als bei jener Art, mehr gebogen, niedriger, unten mehr gedreht, mit stärkerem Kiele der Hinterseite und an der Vorderseite etwas mehr ausgehöhlt. — Die Speicheldrüsen wie gewöhnlich.

Die Speiseröhre 10 mm lang. Der Magen 28 mm lang, vorn von einem Durchmesser bis 14 mm, während der der Gegend des Plattengürtels nur 10 mm betrug; die circuläre Musculatur dieser letzteren Strecke sehr stark. Die Anzahl der Magenplatten 54; dieselben hatten meistens eine Länge von 2,5, die zwei großen von 3,5 mm; die Höhe von jenen meistens 0,75, von diesen 1,2 mm; die Form der Platten von der der vorigen Art meistens etwas abweichend, indem der hintere Rand oft etwas ausgehöhlt war. Der Darm fast 3 cm lang bei einem Durchmesser in der Mitte von 8 mm; die starke, sich durch zwei Drittel der Darmlänge erstreckende, (bis 2 mm) hohe Falte auch am Ende zipfelartig vortretend. Der Magen so wie der Darm mit den oben erwähnten ähnlichen Ballen von einem Durchmesser von 4—7 mm ganz erfüllt. — Die Leber wie gewöhnlich, 2,7 cm lang bei einer Breite am Vorderende von 1,4 und einer Höhe von 1,5 cm, kegelförmig, am Vorderende schräg abgestutzt und etwas ausgehöhlt; die Substanz gelbgrau; der Hauptgallengang 9 mm lang bei einem Durchmesser von 5 mm. Die Nebenleber 8,5 mm lang bei einer Höhe und Breite von 6 mm, unter dem Darme liegend, der Ausführungsgang wie gewöhnlich.

Die Herzkammer 7 mm lang bei einer Breite bis 3 mm. Die Aorta

Digitized by Google

ant. giebt eine besondere Art. hepatis succenturiati und eine A. intestini ascend. ab. Die Nierenspritze melonenartig, gelblich, von 2,5 mm längstem Durchmesser.

Die Zwitterdrüse gelblich, ein bis 2,5 mm dickes Lager bildend; in den Läppchen reife Gonoblasten. — Die vordere Genitalmasse von der gewöhnlichen Form, etwa 18 mm lang bei einer Höhe bis 10,5 und einer Breite bis 10 mm; die Ausführungsgänge noch 4 mm vortretend; die Lage der einzelnen Theile der Masse wie oben. Die Ampulle des Zwitterdrüsenganges gelblich, ausgestreckt etwa 4 cm messend bei einem Durchmesser bis 7 mm. Der vom Samenstrang gebildete Knäuel wie oben; derselbe maß ausgestreckt etwa 9 cm bei einem fast durchgehenden Durchmesser von 0,6 mm. Der (zurückgezogene) Penis etwa 3,5 mm lang bei einem Durchmesser von 2,5 mm; die Glans zu einer kurzen, nur 2 mm hohen, mit weißen Punkten besetzten Kugel zusammengezogen. Die Samenblase groß, in der Mitte zusammengebogen, fast 2 cm lang, fast leer; ihr Gang nur 12 mm lang. Die Schleimdrüse eine gerundete Pyramide von 7 mm größtem Durchmesser bildend, ihre Windungen zum größten Theile grob; die Eiweißdrüse rothgelb.

3. M. tethydea (delle Chiaje).

Tritonia tethydea delle Chiaje. Mem. sulla storia e notomia degli anim. senza vertebre. IV. 1829. p. 204. Tab. LXII. Fig. 20; T. LXXXVI. Fig. 14, 20, 21, 28. — Descriz. e notomia degli an. invertebr. T. II. 1841. p. 16—17; T. V. p. 74; T. VI. 1841. Tav. 42. Fig. 1, 6; T. VII. Tav. 106. Fig. 20.

Hab. M. mediterr. (ad Neapolim).

Die von DELLE CHIAJE (1829) dargestellte Form ist nach DELLE CHIAJE selbst und nach anderen italienischen Zoologen[1] mit der Tr. quadrilatera von SCHULTZ-PHILIPPI (1836) identisch; und der Name von DELLE CHIAJE hat eine Priorität von mehreren Jahren vor den letzteren. Diese Form von DELLE CHIAJE war aber ursprünglich nur dem Namen und einer (mittelmäßigen) Figur nach bekannt und wurde erst viel später (1841) von DELLE CHIAJE beschrieben; schon desshalb wäre es vielleicht,

[1] Auch A COSTA zufolge (Annuario del mus. zool. — di Napoli. I. 1862. p. 30) ist die Tr. tethydea von DELLE CHIAJE mit der Tr. quadrilatera von SCHULTZ identisch.

Digitized by Google

wenn diese zwei Formen sich auch specifisch decken sollten, richtig, den von SCHULTZ gegebenen Namen zu behaupten. Vielleicht ist die Form von DELLE CHIAJE aber specifisch verschieden. Im Museum von Bologna fand ich im Frühling 1875 ein Glas mit zwei von DELLE CHIAJE selbst herstammenden Exemplaren der »Trit. tethydea«; das eine wurde mir für genauere Untersuchung von Prof. TRINCHESE freundlich überlassen, und dasselbe zeigte sich von den anderen untersuchten Individuen von Marionien durch die nicht schwarze Beschaffenheit der Mundhöhle so wie vielleicht durch Eigenthümlichkeiten des Raspelbaues abweichend.

DELLE CHIAJE hat übrigens bei dieser Form schon die Bewaffnung des Magens (Tav. LXXXVI. Fig. 28 *a*, 20) so wie die gesonderte vordere Leber (Fig. 28 *u*) gesehen.

Das untersuchte Individuum war in ziemlich schlechtem Conservationszustande; von der Zeichnung des Rückens und der Körperseiten waren nur hier und da schwache Spuren übrig; der Rand des Stirnsegels und die Kiemen waren stark beschädigt.

Die Formverhältnisse waren wie bei der M. tetraquetra, eben so das Stirnsegel mit den Tentakeln, die Rhinophorien und die Kiemen, in so weit solches den Umständen nach beurtheilt werden konnte. Die Länge des Individuums betrug 4,5 cm bei einer Breite und Höhe bis 1 cm; die Breite des Stirnsegels 11 mm; die Höhe der (ausgestreckten) Rhinophorien 6 mm, die der Kiemen 3,5 mm.

Das Centralnervensystem wie bei der M. tetraquetra, doch schienen die Riechknoten mehr länglich, und die pleurale Commissur war nur an beiden Enden von der übrigen getrennt. Die Nervenzellen erreichten in den pleuralen Ganglien einen Durchmesser von etwa 0,16 mm.

Der Schlundkopf hatte eine Länge von 10 bei einer Höhe bis 6,5 und einer Breite bis 7 mm; nirgends schimmerten, wie es bei den zwei anderen Arten der Fall war, die Wände der Mundhöhle schwarz hindurch; die Lippenscheibe gelblich. Durch die nicht schwarze Farbe der Wände der Mundhöhle unterscheidet sich diese Form von allen anderen Marionien. Die Mandibel horngelb, in Form- und Größenverhältnissen mit denen der M. tetraquetra übereinstimmend; die Spitze der vordersten Höcker des Kaurandes ungewöhnlich häufig gabelig. In der rothgelben Raspel der Zunge 33 Zahnplattenreihen (von denen 28 mehr oder weniger incomplet); weiter nach hinten fanden sich noch 11 entwickelte und 4 nicht ganz entwickelte Reihen; die Gesammtzahl derselben somit 48. In den hintersten Reihen der Zunge kamen 37 Platten vor, und die Anzahl stieg weiter nach hinten bis 39.

Digitized by Google

Die Zahnplatten mit denen der M. tetraquetra ganz übereinstimmend, nur die erste und die äußersten Seitenplatten vielleicht ein wenig abweichend. — Die Speicheldrüsen wie gewöhnlich, vorn bis 3 mm breit; ihre Gänge etwa 3,5 mm lang, in der vorderen Hälfte dünner.

Die Speiseröhre und der Magen zusammen 16 mm an Länge messend, ohne Grenze in einander übergehend, in der vorderen Hälfte bis 5 mm weit, der Durchmesser des plattenbesetzten Theils 3 mm. In der hinteren Strecke des Magens starke Längsfalten. Der Platten-Magen ganz wie bei den anderen Arten, wesentlich so auch die Platten selbst, deren Anzahl 54 war, unter denen einige ganz winzige; die zwei großen wie gewöhnlich; im Ganzen waren die Platten denen der M. tetraquetra am meisten ähnlich, nur ein wenig kürzer und höher. Der Darm wie gewöhnlich, ausgestreckt etwa 15 mm lang bei einer Dicke (Durchmesser) in der Mitte von etwa 2,5 mm; die starke Falte der Innenseite bis 2,25 mm hoch, ihr Ende zipfelartig hervorstehend. — Der nicht reichliche Inhalt der Verdauungshöhle war unbestimmbare thierische Masse.

Die Leber ganz wie gewöhnlich, etwa 17 mm lang bei einer Breite bis 10 und einer Höhe bis 8 mm; das Vorderende schief abgestutzt; die Leberhöhle wie gewöhnlich klein. Die Nebenleber herzförmig, von 4 mm größtem Durchmesser bei einer Dicke von fast 3 mm, der Ausführungsgang wie gewöhnlich. — Die gelbe Nierenspritze 1,2 mm lang.

Die Zwitterdrüse wie gewöhnlich, in den Läppchen derselben reife Eier und Zoospermien. — Die vordere Genitalmasse 13 mm lang bei einer Höhe bis 9 und einer Dicke bis 7 mm; die Lageverhältnisse der einzelnen Theile wie gewöhnlich. Die fast kugelförmige Samenblase groß, von 9 mm Durchmesser; ihr Gang 12 mm lang. Die Ampulle des Zwitterdrüsenganges kleiner als gewöhnlich, ausgestreckt etwa 13 mm lang bei einem Durchmesser bis 2,5 mm. Der Knäuel der Samenstrangwindungen wie gewöhnlich; das zurückgezogene Präputium des Penis noch 2,5 mm lang, obgleich die Glans 10 mm aus dem Vestibulum genitale frei hervorragte; der Grund der Glans am Boden der Vorhauthöhle befestigt; die Fortsetzung des Samenleiters schlängelte sich bis an die Spitze der Glans hinab. Die Schleim- und Eiweißdrüse wie oben, die letztere aber gelb.

Digitized by Google

4. M. Blainvillea (Risso).

Tritonia Blainvillea, Risso. Journ. de phys. LXXXVII. 1818. p. 371. — Eur. mérid. IV. 1826. p. 34.
—— ——, R. Verany, Catal. des moll. . . . des environs de Nice. Journ. de conchyl. IV. 1853. p. 386.
—— decaphylla. Cantr. l. c. p. 51. pl. 4. Fig. 3.
Marionia Berghii, Vayss. l. c. p. 108—118. pl. VII.

Color dorso et lateribus e rubescenti flavus polygonis minutis sanguineis variegatus; processus frontales viridescentes; rhinophoria flava, albo-punctata; branchiae sanguineae; pagina inferior corporis viridescens.

Hab. M. mediterr. (Nizza, Marseille).

Taf. 21. Fig. 21—36.

Diese von VAYSSIÈRE etwas genauer untersuchte Form ist, der von ihm (vgl. l. c. p. 116) angestellten Vergleichung [1] mit den (inedirten) Originalzeichnungen von VERANY zufolge, mit der Tr. Blainvillea von RISSO (und VERANY) identisch; sie muss dann aber den von RISSO gegebenen Namen adoptiren. Wahrscheinlich gehört auch die Tritonia decaphylla von CANTRAINE hierher.

RISSO und VAYSSIÈRE scheinen diese Form nicht häufig gefunden zu haben. VAYSSIÈRE hatte in Allem nur drei Individuen zur Untersuchung, hat aber später noch einige gefischt. Sie sind theils der Oberfläche näher (? sous les cailloux, RISSO), theils mehr tief (à 50 mètres de profondeur, VAYSSIÈRE) gefischt.

VAYSSIÈRE zufolge erreicht das lebende Thier eine Länge bis 45 mm [2] bei einer Breite bis 8 und einer Höhe bis 7 mm; die Länge des Fußes bis 40 mm; die Höhe der Rhinophorien 4—5, die der Kiemen 1,8—2,3 mm. Der Rücken und die Körperseiten sind, VAYSSIÈRE zufolge, von gelbrother Farbe, welche das grünliche Colorit der inneren Körperwand verdeckt; dieses tritt aber beim, während und nach dem Absterben des Thieres stark hervor und verdrängt die andere Farbe; die gelbrothe Farbe besonders stark in den feinen Linien hervortretend, die

[1] Wenn diese Vergleichung nicht wäre, könnte man diese Identificirung nicht geahnt haben, so schlecht die Beschreibung bei RISSO (hier wie immer) («corpore virescente, albo punctato, dorso subplano; branchiis lateralibus in seriebus octo dispositis«) ist.

[2] Auch RISSO giebt (l. c.) die Länge zu 40—44 mm an.

Digitized by Google

den Rücken und die Seiten mit kleinen polygonalen Figuren bedecken; am Rücken ferner mehrere (4) mediane große rothe Flecken hinter einander. Die Fortsätze des Stirnsegels grünlich oder grüngelb; die (Keule der) Rhinophorien gelb, ganz fein weißpunktirt; die Kiemen blutroth; die Unterseite des Körpers mit dem Kopfe grünlich oder weißgrün.

Vayssière hat mir (1881) die Freundlichkeit erzeigt, mir drei in Alkohol (leider halb eingetrocknet) aufbewahrte Individuen dieses Thieres zu schicken. Die Länge derselben betrug 15—24 mm; das größte Individuum war 5 mm breit und 4,5 mm hoch; die Breite des Stirnsegels betrug 6, die Länge seiner Fortsätze bis 1,5 mm; die Höhe der (ausgestreckten) Rhinophorien 2,5, die der Kiemen bis 1,2 mm, die Breite der Fußsohle 4 mm. Die Farbe des Rückens und der Körperseiten durchgehends graugrün oder grün mit dichtstehenden, meistens rundlichen oder eckigen, an einigen Stellen confluirenden, (grünlich-) weißen Fleckchen; die Stirnfortsätze, die Rhinophorien und die Kiemen braungrau, an dem Stiele der zwei letzteren Organe auch weiße Fleckchen; die Unterseite des Kopfes und die Fußsohle grünlich gelbweiß, der Rücken- und der Fußrand weiß.

Die Formverhältnisse des Thieres fast wie bei der M. tetraquetra. Der Rückenrand ein wenig mehr vortretend; von demselben erheben sich in ziemlich gleich großen Abständen, die nur hinten kürzer sind, die 11—13 Kiemen[1]. Dieselben sind wesentlich wie bei der erwähnten Art gebaut, tief in vier Äste gespalten, die wieder gegabelt sind und deren Zweige die Kiemenbäume bilden; die dritte und die vierte Kieme sind die größten, die Größe nimmt nach hinten allmählich ab; die erste Kieme ist ziemlich klein, doch größer als die hintersten. Das Stirnsegel kaum größer als bei der vorigen Art, in der Mittellinie stark ausgekerbt; der Rand in 7—9 Fortsätze[2] hervorschießend, deren Unterrand sich in meistens 3 Kegeln erhebt; am äußeren Ende des Stirnsegels kommt auch ein löffelartiger Tentakel vor. Der Rand der Rhinophorscheide ziemlich stark vortretend; der Stiel der Organe fast so lang wie die Keule, aber viel dünner; die letztere wesentlich wie oben, die freie Spitze der 5—6 Blätter aber kürzer, die Einsenkung innerhalb dieser Spitzen daher viel weniger tief; die Endpapille der Rhachis des hintersten Blattes stark, aber weniger vortretend. Die Körperseiten wie gewöhnlich; die Genitalpapille unterhalb der dritten (rechten) Kieme, die Analpapille unterhalb der vierten oder unterhalb des vierten interbranchialen Interstitiums; dicht vor derselben

[1] Vayssière giebt (l. c. p. 111) die Anzahl derselben zu 10—11, selten 12 an.

[2] Vayssière sah und zeichnet (l. c. p. 110. Taf. VII. Fig. 1) deren nur 7.

Digitized by Google

die feine Nierenpore. Der Fuß vorn gerundet und mit schwacher Randfurche, die Fußränder nur wenig über die Körperseiten vortretend; kein eigentlicher Schwanz.

Die Eingeweide schimmerten nirgends durch. Die Körperhöhle erstreckte sich bis an die Gegend der sechsten bis siebenten Kieme.

Das Centralnervensystem wie bei der Tr. tetraquetra; die cerebro-pleuralen Ganglien nur mehr länglich und ihre vordere Abtheilung größer. — Die Augen und die Ohrblasen wie in jener Form, nur die Otoconien mehr erhärtet. Der Bau der Rhinophorien schien auch der gewöhnliche. In der Haut kamen ziemlich zahlreiche, erhärtete, theilweise gelbliche Zellen und kleine Haufen von kleinen solchen vor, dagegen keine eigentliche Spikel.

Die Mundröhre wie gewöhnlich. Der Schlundkopf von der gewöhnlichen Form, 6,5—7,5 mm lang bei einer Breite bis 4—4,5 und einer Höhe bis 3,5 mm; die Raspelscheide an der oberen Seite nicht sichtbar; die Umgegend des Pharynx schwarz wie bei der M. tetraquetra, an der Unterseite des Schlundkopfes schimmerte dagegen das Schwarz nur undeutlich durch. Die Mandibel hübsch grün, im Kaurande braungelb und in der Schlosspartie mitunter mehr gelbgrün oder grüngelb; sonst ganz wie bei der erwähnten Art; der Kaurand auch nicht zackig oder wellenförmig und sonst vom gewöhnlichen Baue, mit 6—3 Reihen von spitzen Höckern. Die Zunge wie gewöhnlich; in der gelblichen Raspel (bei den drei untersuchten Individuen) 13, 17 und 16 Zahnplattenreihen, die alle mehr oder weniger an dem Rande incomplet waren; weiter nach hinten 26, 22 und 28 Reihen, von denen die 4 hintersten noch nicht vollständig entwickelt; die Gesammtzahl der Reihen somit 39, 39 und 44 [1]. In den Reihen kamen hinten an der Zunge 24, 30 und 32 Platten vor, und die Anzahl wuchs weiter nach hinten bis 27, 32 und 34. Die medianen Zahnplatten braungelb oder gelbbraun, die Seitenplatten hell horngelb. Die Breite der medianen Platten betrug bei einem Individuum ganz vorn 0,3, ganz hinten 0,32 mm; bei einem anderen war die Breite der ältesten Platten 0,35, der jüngsten 0,37 mm. Die Länge (längs des Rückens) der Seitenzahnplatten stieg bei dem ersten Individuum bis 0,38, bei dem anderen zu 0,42 mm; die Höhe der äußersten Platte war etwas variabel, betrug selten weniger als 0,2—0,22 mm. Die medianen (Fig. 29, 30) Platten waren denen der M. tethydea fast ganz ähnlich, nur die Grundplatte (Fig. 30) etwas verschieden. Auch die lateralen Platten stimmten

[1] Vayssière giebt (l. c. p. 113, 114) deren 44 an und die Anzahl der Platten in den Reihen zu 20—24.

Digitized by Google

(Fig. 32—35) in den Formverhältnissen mit denen der eben erwähnten Art überein, so auch die äußersten derselben (Fig. 36). Bei dem einen Individuum kam an der rechten Seite durch alle Reihen eine abnorme Kürze von zwei Zahnplatten vor, auch wurden eine Abnormität der Schneide der medianen Platte (Fig. 31) und Verschmelzungen von Zahnplatten beobachtet. — Die Wände der Mundhöhle, so wie die Zunge ursprünglich wohl grau oder schwärzlich, ganz oben schwarz; ebenfalls schwarz war das Raspeldach.

Die Speicheldrüsen wie bei den vorigen Arten. — Die Speiseröhre und ihr erweiterter hinterer Theil, der erste Magen, wie oben, 9—13 mm lang. Der Kaumagen auch wie gewöhnlich, von beiläufig 2 mm Länge und Breite; in den drei Individuen mit 44, 74 und 77[1] Platten. Auch diese waren wesentlich wie bei den vorigen Arten und es kamen auch zwei von bedeutenderer Größe vor. Die Platten waren theils horngelb, theils dunkler, mehr bräunlich oder braun. Die Form sehr variabel; meistens waren sie oben abgestutzt und etwas abgeplattet, so immer die größten; mitunter waren sie auch nach oben zugespitzt; auch in Größe variirten sie sehr, mitunter wechselte eine große mit mehreren kleinen ab; die Länge der größten betrug bis 1,7 bei einer Höhe bis 0,7 mm. Der Darm wie gewöhnlich, so auch seine hohe Falte. — In der Verdauungshöhle eine geringe Menge von unbestimmbarer thierischer Masse oder mehrere der von Vayssière erwähnten Körper (Gorgonien?). — Die hinter dem Darm liegende Nebenleber von 2,5—3 mm größtem Durchmesser bei einer Dicke von 1,2—1,4 mm; die Hauptleber 7—11 mm lang bei einer Breite von 4 bis fast 5 und einer Höhe von 3 bis fast 4,5 mm; von gewöhnlichen Verhältnissen. — Die Nierenspritze wie gewöhnlich.

Die Zwitterdrüse wie gewöhnlich, gelblich. Die vordere Genitalmasse 6,5—8 mm lang bei einer Breite und Höhe von 3—4,5 mm; die Lageverhältnisse ihrer einzelnen Theile wie oben. Die Ampulle des Zwitterdrüsenganges gelblich; die kugelförmige Spermatotheke von 3—3,5 mm Durchmesser, hell grasgrün; der Knäuel des gelblichen Samenstranges kleiner; die Schleimdrüse hell grasgrün, die Eiweißdrüse bräunlich oder rothbraun.

Diese Form wird wahrscheinlich doch eher eine besondere Art als nur eine Farbenvarietät der M. tetraquetra darstellen.

Kopenhagen, December 1882.

[1] Vayssière giebt (l. c. p. 114) deren 40 an.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 21.

Marionia quadrilatera (Schultz).

Fig. 1. Ein Individuum von der Rückenseite, von Herrn C. MERCULIANO nach dem Leben gezeichnet. $^1/_1$.
Fig. 2. Das Thier, von der Seite, nach dem Leben von Dr. A. ANDRES gezeichnet. $^1/_1$.
Fig. 3. Äußerster Theil des Stirngebrämes, mit *a* der Tentakelbildung.
Fig. 4. Eine der Randpapillen des Stirnsegels.
Fig. 5. Eine andere derselben.
Fig. 6. Eines der größeren Kiemenblätter.
Fig. 7. Mediane Zahnplatte zweier Reihen mit *aa* erster lateraler Platte; von oben.
Fig. 8. Erste laterale Platte von der Unterseite.
Fig. 9. Laterale Zahnplatten, von der Seite.
Fig. 10. Ähnliche, schräg von der Hinterseite.
Fig. 11. Ähnliche, mehr von der Hinterseite.
Fig. 12. Ähnliche, von der Seite.
Fig. 13. Drei Zahnplatten, aus der Mitte einer Reihe.
Fig. 14. Ähnliche, von der Seite.
Fig. 15. Eine der inneren Seitenzahnplatten, von der Seite.
Fig. 16. Eine der größten Seitenzahnplatten, von der Seite.
Fig. 17—19. Andere, in verschiedenen Stellungen und von verschiedenen Seiten.
Fig. 20. Äußerstes Ende einer Zahnplattenreihe mit 4 Platten, *a* äußerste.
Fig. 7—20 mit Cam. luc. gezeichnet. (Vergr. 350.)

Marionia Blainvillea (Risso).

Fig. 21. Aus der Rhachis-Partie der Raspel, *a* erste Seitenzahnplatte.
Fig. 22. Zweite Seitenzahnplatte, von der Seite.
Fig. 21—22 mit Cam. luc. gezeichnet. (Vergr. 200.)
Fig. 23—28. Magenplatten verschiedener Größe, 25, 26 die großen; mit Cam. luc. gezeichnet. (Vergr. 55.)
Fig. 29. Mediane Zahnplatte mit *a* erster und *b* zweiter Seitenzahnplatte, von oben.
Fig. 30. Mediane Zahnplatte, von unten.
Fig. 31. Unregelmäßiger Schneiderand einer medianen Platte, von oben.
Fig. 32. Erste Seitenzahnplatte, von der Unterseite.
Fig. 33. Zweite Seitenzahnplatte, von der Seite.
Fig. 34. Innerster Theil einer Zahnplattenreihe, von der Unterseite; *a* erste, *b* sechste Platte.
Fig. 35. Zwei der größten Seitenzahnplatten.
Fig. 36. Äußerste Seitenzahnplatte, von der Seite.
Fig. 29—36 mit Cam. luc. gezeichnet. (Vergr. 350.)

Digitized by Google

Neue Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Salpen [1].

Von

Prof. W. Salensky in Kasan.

2. Theil (Schluss).

Mit Tafel 7—9 und 22—27 wie 5 Zinkographien.

III. Salpa punctata.

(Hierzu Taf. 7, 22 u. 23.)

Die Form des Eies ist bei Salpa punctata nicht weniger charakteristisch als bei S. africana. Auch hier wird die Abweichung durch den Bau des Follikels bedingt, da die übrigen Bestandtheile des Eierstocks, wie der Eistiel, der Oviduct und der Epithelhügel hier genau dieselben wie bei den übrigen Salpenarten sind. Der Follikel, in dessen vorderer Abtheilung die Eizelle liegt, besteht aus zwei Theilen: aus einem vorderen hügelförmigen und einem hinteren, nach hinten sich trichterförmig verengernden und in den Eistiel übergehenden. Hierdurch wird auch die Follicularhöhle in zwei Kammern, eine vordere und eine hintere, getheilt.

Der vordere Theil (Fig. 1 u. 1 A *Few*) besteht aus einer Schicht kleiner, cubischer Zellen, welche nur an der Grenze nach dem Follikeltrichter hin (Fig. 1 *Feh*) etwas an Größe zunehmen. Der hintere Theil des Follikels, welchen wir Follikeltrichter nennen können (Fig. 1 *Feh*), zeichnet sich im Gegentheil durch sehr hohe cylindrische Zellen aus, wesshalb seine Höhle (hintere Kammer) bedeutend kleiner erscheint.

Außer den erwähnten beiden Theilen lässt sich im Follikel noch ein dritter unterscheiden, welcher sich in Form einer Tasche (Fig. 1 *Ftsch*)

[1] Der 1. Theil mit den zugehörigen Tafeln 6 und 10—17 befindet sich in diesem Bande p. 90—171.

Digitized by Google

an der Oberfläche des Follikels vorfindet. Dieselbe hat eine länglich ovale Form und verläuft in der Längsrichtung des Follikels vom vorderen Ende desselben nach hinten, um an der Grenze des Eistiels aufzuhören. Dieser Theil des Follikels, den wir als Follikeltasche bezeichnen können, stellt eigentlich eine Rinne dar und besteht aus ziemlich hohen cylindrischen Zellen.

Was den Eistiel betrifft, so ist derselbe aus cubischen, in einer Längsreihe angeordneten Zellen zusammengesetzt und bleibt in seiner ganzen Länge solid. Der Oviduct stellt einen ziemlich langen, aus kleinen Zellen bestehenden Schlauch dar, welcher sich nach hinten verengert und mit einer kleinen Öffnung in die Athemhöhle resp. in den Epithelhügel ausmündet (Fig. 2 *Go*). Bei den reifen Eiern, die noch mit einem langen Eistiel versehen sind, erscheint die Höhle des Oviducts noch ganz leer; sie enthält noch nicht die Körper, welche man in den späteren Stadien hier antrifft.

Die Eizelle, welche nur den vorderen Theil des Oviducts einnimmt, hat eine kugelrunde Gestalt und besteht aus feinkörnigem Protoplasma und einem ebenfalls kugelrunden Kerne, der ziemlich genau im Centrum des Protoplasma liegt. Das Protoplasma unterscheidet sich von dem der anderen Salpeneier gar nicht; es färbt sich in den verschiedenen Tinctionsmitteln nur schwach und ist fast homogen. Das Keimbläschen (Fig. 1 *Kb*) besteht aus einem feinen Netz Nucleoplasma, suspendirt in einem homogenen Nucleolarsafte.

Wie bei den übrigen Salpen wird das ganze Ei von Salpa punctata von einem in dem das Ei umgebenden Blutsinus circulirenden Blutstrom umspült.

Die Verkürzung des Oviducts geht in derselben Weise wie bei den übrigen Salpen vor sich und hat einige Gestaltsveränderungen des Follikels zur Folge. Wegen der starken Erweiterung des Trichters (Fig. 2 *Feh*) nimmt der Follikel eine ovale Gestalt an. Die Follikeltasche ist dabei vollkommen verschwunden; wahrscheinlich geht sie in den übrigen Theil des Follikels auf. Die beiden früher angedeuteten Theile des Follikels: der Follikeltrichter und der Follikel lassen sich durch die Größe und Gestalt ihrer Zellen gut unterscheiden; die Grenze zwischen ihnen ist durch das Auftreten einer queren Wulst der Follikelwand noch bedeutend schärfer geworden. Fig. 2 stellt ein Ei dar, in welchem die Befruchtung schon beendet ist und die Furchung kaum begonnen hat. Die Eizelle nimmt den hinteren Theil der Follikelhöhle ein und besitzt zwei Kerne (Fig. 2 *Fk*), welche offenbar durch Theilung des ursprünglichen ersten Furchungskernes entstanden sind. Beide liegen der

Digitized by Google

Längsachse des Eies parallel, woraus man schließen kann, dass die erste Furche in der Äquatorialrichtung des Eies verlaufen wird. In der Spitze der vorderen Follikelkammer liegen noch zwei Zellen, welche ihrer Lage nach den Richtungsbläschen des Eies von Salpa pinnata vollkommen entsprechen (Fig. 2 *Rb*). Die hintere Kammer des Follikels ist leer. Sie communicirt nun unmittelbar mit der Höhle des Oviductes, der nach dem Schwund des Eistiels dem Follikel unmittelbar anliegt. Der Oviduct ist sehr wenig verändert: er ist in der Mitte etwas erweitert und enthält in seinem mittleren Theil eine Anzahl ovaler Körper, welche für nichts weiter als Spermatozoenköpfe angesehen werden können. Sie treten im Oviducte nur in gewissen Stadien auf, wenn die Furchung eben beginnt und sehen den Spermatozoenköpfchen sehr ähnlich. Da diese Körper bei allen Salpen nur in gewissen, sehr wenigen Stadien vorkommen, so kann man schließen, dass

1) es Spermatozoen sind und

2) dass die Befruchtung gerade nach dem Verkürzen des Oviductes und nicht vor demselben stattfindet.

Ein Ei aus dem nächsten Stadium zeigt Fig. 3. Es hat seine Form wenig verändert. Der Fortschritt in der Entwicklung giebt sich durch die Theilung der Eizelle in einige Blastomeren kund. Ich konnte in diesem Stadium drei Blastomeren zählen, von denen zwei viel größer als das dritte sind. Die Blastomeren nehmen nun die vordere Kammer des Follikels ein, welche durch eine Scheidewand von der hinteren, leeren Kammer getrennt ist. Der Oviduct ist bedeutend kleiner geworden. In ihm kann man noch einige Spermatozoenköpfe unterscheiden, von denen vier bis in die hintere Kammer des Follikels gelangen. Obwohl Richtungsbläschen an dem Präparat sich nicht wahrnehmen ließen, müssen sie doch wohl da sein, weil ich sie in den späteren Stadien vorgefunden habe.

Die eben beschriebenen Stadien weisen darauf hin, dass 1) die ersten Vorgänge bei Salpa punctata wie bei den betrachteten Salpenarten von einer Verkürzung des Eistiels begleitet sind, 2) dass durch diese Verkürzung die Communication des Oviducts mit der Follicularhöhle vermittelt wird und 3) dass gleichzeitig mit diesen Vorgängen das Eindringen der Spermatozoen in die Oviduct- resp. Follicularhöhle, die Theilung des Furchungskernes etc. vor sich geht. Hierin stimmt die Entwicklung der Salpa punctata mit der von S. pinnata und S. africana überein. Sie unterscheidet sich jedoch von den letzteren durch die ziemlich spät auftretende Proliferation der Follikelzellen. Während bei S. pinnata und S. africana dieser Process schon bei der Zweitheilung

Digitized by Google

(S. africana) oder Viertheilung (S. pinnata) der Eizelle beginnt, ist er bei Salpa punctata bei der Viertheilung noch gar nicht zu finden. Fig. 4 stellt nun einen Querschnitt durch das Ei im Stadium der Viertheilung dar. Die Blastomeren lassen sich nach ihrer Größe in zwei kleinere Micromeren und zwei größere Macromeren eintheilen, von denen erstere den oberen, letztere den unteren Theil der Follicularhöhle einnehmen. Zwischen den Blastomeren liegt eine kleine Zelle, die man als Richtungszelle betrachten darf. Die Follikelwand, welche überall aus kleinen Zellen besteht und keine Abtheilungen unterscheiden lässt, zeigt noch keine Spuren der Proliferation, weder an diesem Querschnitt noch an den folgenden, welche nicht abgebildet sind. Das Ei liegt in einen Blutsinus eingebettet, der außen vom Epithelhügel (Fig. 4 *Eph*) bedeckt ist.

Wann die Proliferation der Follikelzellen auftritt, konnte ich nicht ermitteln, weil mir eine ganze Reihe von Übergangsstadien zwischen dem eben beschriebenen und den nächstfolgenden (Fig. 5 u. 6), in welchen die Umwachsung der Blastomeren durch die Gonoblasten schon sehr weit fortgeschritten ist, fehlte. Es sind dabei einige wesentliche Veränderungen in den verschiedenen Theilen des Eies eingetreten.

Fig. 5 und 6 geben uns zwei Schnitte aus zwei ziemlich nahe stehenden Stadien wieder, nur ist die Richtung der Schnitte verschieden, da der Schnitt in Fig. 5 in der Querrichtung, der in Fig. 6 in der Längsrichtung des Eies gegangen ist. Beide Schnitte sind aus dem Stadium, in welchem die Differenzirung des Epithelhügels in den Ectodermkeim und in die Placentaanlage begonnen hat. Der Epithelhügel (Fig. 5 und 6 *Eph*) ist bedeutend in die Höhe gewachsen und hat eine kegelförmige Gestalt angenommen. Er besteht in seinem mittleren Theile aus ziemlich großen cylindrischen Zellen, welche nach unten resp. zur Athemhöhlenwand und auch nach oben an Größe abnehmen. Im Stadium Fig. 5 besteht der obere Theil des Epithelhügels aus kleinen Zellen (Fig. 5 *Eck*), welche allmählich in die Zellen des mittleren Theiles übergehen; im Stadium Fig. 6 erscheinen diese (Fig. 6 *Eck*) Zellen in einer mehr abgeplatteten Form und nehmen dabei einen bedeutend größeren Theil des Epithelhügels ein als im vorhergehenden Stadium. Dadurch treten die Grenzen zwischen dem Ectodermkeim und der Placentaanlage jetzt etwas schärfer hervor.

Der Bau der Embryonalzellen (Blastomeren und Gonoblasten) bleibt in beiden Stadien (Fig. 5 und 6) ziemlich unverändert. Die Zusammenstellung der beiden Schnitte giebt uns wegen ihrer verschiedenen Richtung eine ziemlich vollständige Vorstellung von der Anordnung der

Digitized by Google

beiderlei im Follikel liegenden Elemente. Der Längsschnitt (Fig. 6) zeigt uns, dass die Embryonalzellenmasse bei S. punctata in denselben Beziehungen zur Follikelwand steht, wie bei den übrigen Salpenarten (S. pinnata und S. africana). Sie ist mit der einen Seite der Follikelwand so fest angewachsen, dass man zwischen den Follikelzellen und den Gonoblasten keine Grenze mehr sieht. Dieser angewachsene Theil der Embryonalmasse ist ausschließlich von Gonoblasten gebildet (Fig. 6 *Gb*); die Blastomeren nehmen eine periphere Lage an (Fig. 5 u. 6 *Bm*) und sind nach außen, gegen die Follicularhöhle hin, von einer Lage von Gonoblasten bedeckt. In beiden Stadien ist das Protoplasma der Blastomeren, wie bei den früher betrachteten Salpenarten, in kleine Stückchen (Fig. 5 u. 6 *Bm*) getheilt. Der Kern ist hier von einem halbmondförmigen Protoplasmahof umgeben, den wir auch bei S. pinnata und S. africana angetroffen haben. Die Gonoblasten bilden einen Zellenhaufen, welcher an die Follikelwand angewachsen ist und in dem Embryonalzellenhaufen eine centrale Lage (Fig. 5 u. 6) einnimmt. Die Blastomeren, welche an der Peripherie dieser senkrecht stehenden Zellenmasse sitzen, sind von den Gonoblasten von allen Seiten umgeben.

Die Gonoblasten stehen so dicht an einander, dass man nur mit vieler Mühe die Grenzen zwischen ihnen constatiren kann; selbst an feineren Schnitten sieht man nur die Kerne, die durch ihre längliche Gestalt und starke Tinctionsfähigkeit von den Blastomerenkernen leicht zu unterscheiden sind. Die Gonoblastenmasse geht nach oben und unten in das Follikelepithel über (Fig. 5 u. 6 *Fe*). Dasselbe besteht aus einer Schicht kleiner, ziemlich abgeplatteter Zellen, welche von den Gonoblasten gar nicht zu unterscheiden sind. Im oberen Theile des Follikels sind diese Zellen sehr groß und nehmen eine cylindrische Gestalt an (Fig. 6). Zwischen der Follikelwand und der Embryonalzellenmasse befindet sich eine spaltförmige Höhle (Fig. 6 *Fh*), die den Überrest der ursprünglichen Follicularhöhle darstellt.

Die folgenden Stadien (Fig. 7 u. 8) zeichnen sich in Bezug auf den Epithelhügel durch eine weitere Differenzirung des Ectodermkeimes von der Placentaanlage aus. Die beiden Theile sind nun scharf von einander abgetrennt. Der Ectodermkeim (Fig. 7 u. 8 *Eck*) hat nun die Form einer aus abgeplatteten Zellen bestehenden Kappe, welche dem Follikel ganz dicht anliegt. Im Stadium Fig. 7 ist er noch kleiner als in Fig. 8 und bedeckt nur einen Theil des Follikels, während im Stadium Fig. 8 der ganze Follikel von dem Ectodermkeim schon eingeschlossen ist. Die Placenta resp. die Placentamembran (die äußeren

Digitized by Google

Wände der Placenta) (Fig. 7 u. 8 *Pl*) nimmt schon eine kuppelförmige Gestalt an und besteht aus großen cylindrischen Zellen, die nach unten in die Wand der mütterlichen Athemhöhle übergehen. Die Placenta umfasst die Blutsinuse, deren aus flachen Zellen bestehende Wände die Placentawand von innen bekleiden.

Die Form des Embryo selbst ist etwas verändert. Auf einer Seite, nämlich auf derjenigen, wo früher die Embryonalzellenmasse an die Follikelwand angewachsen war, ist der Embryo bauchig aufgetrieben. Diese Formveränderung ist nicht ohne Bedeutung für die weiteren Entwicklungsstadien. Sie bezeichnet nämlich den Anfang von der Lageveränderung der Embryonalzellenmasse, welche später immer weiter und weiter nach oben gedrängt wird und endlich zum oberen Theil des Embryo gelangt. An diese Lageveränderungen der Embryonalzellenmasse anknüpfend ändert auch die Follicularhöhle ihre ursprüngliche Stelle, indem sie sich aus der seitlichen Lage in die untere begiebt. In dem eben betrachteten Stadium behält sie noch ihre ursprüngliche Lage (Fig. 7 u. 8 *Fh*), ist aber schon jetzt etwas nach unten erweitert.

Was den Bau der Embryonalzellenmasse anbetrifft, so sind hier keine bemerkenswerthe Veränderungen eingetreten. Die Form und Lage der Blastomeren und Gonoblasten sind dieselben, welche wir in dem vorhergehenden Stadium beobachtet haben. Es ändert sich aber die Follikelwand, in welcher nun eine starke Zellenvermehrung bemerkbar wird. Zunächst (Fig. 7) wachsen die Zellen derselben bedeutend in die Länge und nehmen eine cylindrische Gestalt an. Später (Fig. 8 *Fe*) theilen sich die Zellen und in Folge dessen bemerkt man schon an mehreren Stellen zwei Zellenlagen, anstatt der einen, welche früher die ganze Follikelwand bildete. Am stärksten ist diese Zellenvermehrung und Verdickung am unteren Theile der Follikelwand ausgeprägt, wo die Follikelwand sich buckelförmig in die Placentahöhle hineinwölbt und die Anlage der Blutknospe (Fig. 7 u. 8 *Blk*) bildet. Im Stadium Fig. 7 ist dieser Vorsprung viel kleiner als in Fig. 8, wo er sich von der Follikelwand abzusondern beginnt. Außer diesem Vorsprunge habe ich an einigen Präparaten noch einen anderen Zellenhaufen bemerkt, welcher mit dem Follikel in keinem unmittelbaren Zusammenhange steht und nur demselben sehr dicht anliegt. Die Zellen dieses Haufens zeichnen sich durch ihr feinkörniges Protoplasma vor denen der Follikelwand aus (Fig. 7 *x*). Da ich dieses Gebilde nicht an allen Präparaten antraf, und dasselbe keineswegs zu den integrirenden Theilen der Follikelwand gehört, so scheint es mir ein zufälliger,

Digitized by Google

wahrscheinlich von den Blutkörperchen stammender, accessorischer Theil des Embryo zu sein.

Die ersten Entwicklungsvorgänge von S. punctata sind denen von S. pinnata und africana so ähnlich, dass wir in späteren Stadien, wenn sie auch weit von den eben betrachteten abstehen, dieser Ähnlichkeit wegen uns leicht orientiren können. Fig. 9—11 zeigen einige Längs- und Horizontalschnitte von Embryonen, bei denen die primitive Darmhöhle vorhanden und die Embryonalzellenmasse ganz in den oberen Theil des Embryo aufgegangen ist. Der Embryonaltheil ist bei solchen Embryonen schon sehr scharf vom Placentartheil abgegrenzt. Die äußere Schicht des auf einer Seite etwas ausgebuchteten Embryonaltheiles stellt den Ectodermkeim dar (Fig. 9 *Eck*). Derselbe bedeckt in Form einer Kappe die Embryonalzellenmasse und ist mit der letzteren nur auf dem oberen Theile innig verbunden. Die Ränder der Kappe bleiben frei. Aus der Lage des Ectodermkeimes zur Placenta kann man schon schließen, dass diese beiden Theile des Embryo aus einer gemeinschaftlichen Anlage entstehen. Die Differenzirung beider Theile aus dem Epithelhügel haben wir schon früher hervorgehoben. In früheren Stadien besteht aber der Ectodermkeim aus kleinen flachen Zellen, jetzt ist er (Fig. 9 A, *Eck*) meist aus cubischen dicht an einander stehenden Zellen zusammengesetzt; an einigen Schnitten bemerkt man in ihm ziemlich große cylindrische Zellen, welche sich hauptsächlich im mittleren Theile des Embryo befinden.

Die innere Masse des Embryonalleibes besteht aus Gonoblasten und den zwischen ihnen liegenden Blastomeren. Die Zahl der Blastomeren ist eine geringe; ihr Bau bleibt dem im vorhergehenden Stadium vollkommen gleich. Jedes Blastomer ist von einer aus Gonoblasten bestehenden Hülle umgeben. Die Blastomeren liegen in den verschiedenen Theilen der Embryonalzellenmasse. Sie behalten größtentheils ihre ursprüngliche Lage und sammeln sich reihenweise am Rande der Embryonalzellenmasse (Fig. 11 *Blm*) an, wo sie nach außen gegen die Follicularhöhle durch eine Schicht Gonoblasten begrenzt sind. Von hier aus geht die Blastomerenschicht in einen nach außen vorspringenden, größtentheils aus ihnen bestehenden Fortsatz (Fig. 11 *Nv*) über. Derselbe liegt auf der Neuralseite des Embryo und entspricht seiner Lage nach dem Nervenvorsprung der Salpa pinnata. Den erwähnten Vorsprung kann man schon in den Stadien antreffen, in welchen die primitive Darmhöhle kaum vorhanden ist. Er behält jedoch bis in die spätesten Stadien dieselbe Lage und Form und scheint selbst dieselbe Größe zu haben. Er verschwindet vermuthlich erst nach der Bildung der

Digitized by Google

Kieme; wenigstens traf ich ihn schon bei den mit Kiemen versehenen Embryonen nicht mehr an. Die in dem Vorsprunge liegenden Blastomeren sind von verschiedener Größe und bestehen aus einem feinkörnigen Protoplasma und einem für die Blastomeren überhaupt charakteristischen Kern. Der in den übrigen Blastomeren vorhandene Zerfall des Protoplasma kommt in den Blastomeren des Nervenvorsprungs nicht zur Beobachtung. Diese Blastomeren sind rund oder etwas abgeplattet und von einer Schicht kleiner Zellen des Ectodermkeimes umgeben. Der die Blastomeren umgebende Zellenhaufen, welcher hauptsächlich aus Gonoblasten besteht und das Material für die Bildung der inneren Organe des Embryo abgiebt, bietet nun einen ziemlich complicirten Bau dar. Im oberen Theile des Embryo ist derselbe mit dem Ectodermkeim fest verbunden, nach unten zu geht er unmittelbar in die Follikelwand über (Fig. 9 *Fl*). In der Follikelwand kann man nun zwei Theile unterscheiden: einen oberen (die Follikelwand im engeren Sinne des Wortes), der mit der Embryonalzellenmasse verbunden ist (Fig. 9 *Fl*), und einen unteren Theil, welcher die obere Öffnung der Placenta bedeckt (Fig. 9 *Pld*). Der letztere stellt das Placentadach dar, der erstere betheiligt sich bei der Bildung des Embryo und ist mit der Embryonalzellenmasse (Bildungsmasse) so innig verbunden, dass er als ein integrirender Theil derselben betrachtet werden muss. Das Placentadach besteht nur aus einer einzigen Zellenschicht, während der embryonale Theil der Follikelwand ihrer wenigstens zwei besitzt.

Wir haben schon oben erwähnt, dass in der Mitte der Embryonalzellenmasse die primitive Darmhöhle ziemlich früh erscheint. An den Längsschnitten (Fig. 9, 10, 11, 11 A, *Pdh*) hat dieselbe die Form einer länglich ovalen Höhle, deren längster Durchmesser etwas schräg von oben nach unten verläuft. An den Horizontalschnitten (Fig. 11 B und 11 C, *Pdh*) kann man ersehen, dass dieselbe nur im oberen Theile des Embryo einfach erscheint, nach unten zu sich aber in zwei Blindsäcke (Fig. 11 C, *Pdh* u. *Pdh'*) fortsetzt. Leider konnte ich nicht die Stadien untersuchen, in welchen die Bildung der Darmhöhle beginnt, und kann nicht die Frage entscheiden, ob dieselbe einfach oder doppelt — wie bei Salpa pinnata — angelegt wird. Die Anwesenheit der Darmsäcke spricht eigentlich für die Doppelbildung der Anlage dieses Organs, sie hat aber keineswegs einen entscheidenden Werth, wesshalb ich diese Frage als eine offene ansehen muss. Im jüngsten Stadium, das ich in dieser Hinsicht untersuchen konnte, erscheint die Darmhöhle in Form eines Zellenhaufens, welcher in seiner Mitte eine spaltförmige, sehr enge Höhle besitzt. Hieraus lässt sich schließen, dass die primitive Darm-

Digitized by Google

höhle von Salpa punctata in Form eines compacten Zellenhaufens angelegt wird, in welchem später die Höhle erscheint. Dieselbe Entwicklungsart der Darmhöhle haben wir bei S. pinnata ziemlich genau nachgewiesen.

Die Wand der primitiven Darmhöhle ist aus einer Schicht ziemlich großer cylindrischer Zellen zusammengesetzt. Sie trennt sich scharf von der übrigen Gonoblastenmasse ab und liegt oben dem Ectodermkeim, unten der Blastomerenschicht sehr dicht an (Fig. 9, 10, 11 *Pdh*).

Die Gonoblastenmasse (Fig. 9, 10, 11 *Gb*) hat eine unregelmäßige Gestalt, welche durch die hügelförmigen, nach unten in die Follicularhöhle hineinhängenden Fortsätze derselben besonders bedingt wird. An den Längsschnitten kann man zwei solche Hügel unterscheiden (Fig. 10 *P* u. *N*), welche vor und hinter der Darmhöhle liegen. Die beiden hügelförmigen Fortsätze stehen mit der Follikelwand im unmittelbaren Zusammenhange (Fig. 10 *P* u. *N*) und scheinen auf der einen Seite selbst von der übrigen Gonoblastenmasse durch eine kleine spaltförmige Höhle abgetrennt zu sein. Sie unterscheiden sich von der übrigen Gonoblastenmasse auch dadurch, dass sie aus einem viel dichteren Zellgewebe bestehen. In späteren Stadien bildet sich aus diesen Theilen der Gonoblastenmasse die untere Abtheilung des Mesodermkeimes, welche die Follicularhöhle vollständig ausfüllt. Desswegen betrachte ich diese Theile der Gonoblastenmasse als Homologa derjenigen Zellen des Embryo von Salpa pinnata, welche aus der Follikelwand hervorsprossen und später die secundäre Follicularhöhle ausfüllen.

Die übrigen Abtheilungen der Gonoblastenmasse weichen von denjenigen der Salpa pinnata wenigstens durch ihre Form bedeutend ab, obgleich man auch hier die der Pericardium- und der Nervenanlage der S. pinnata entsprechenden Gebilde erkennen kann. Dieselben lassen sich bei der Vergleichung der Horizontalschnitte der Embryonen von S. punctata mit denjenigen von S. pinnata auffinden. Wir haben schon oben bemerkt, dass der untere Theil der primitiven Darmhöhle zwei Aussackungen bildet, die denjenigen von S. pinnata nicht nur durch ihre Zahl, sondern auch in ihrer Lagerung ziemlich ähnlich sind. Sie liegen nämlich wie bei der letztgenannten Species der Querachse des Embryo parallel und sind auf den Schnitten durch Gonoblastenmasse von einander getrennt. Die letztere, nach der Längsachse des Embryo liegende Abtheilung der Gonoblastenmasse entspricht ihrer Lage nach der ebenfalls nach der Längsachse des Embryo liegenden Pericardium- und Nervenanlage der S. pinnata.

Es ist mir nicht gelungen bei Salpa punctata die Entwicklung des

Digitized by Google

Pericardiums und des Ganglions genau zu verfolgen, somit kann ich hier nur vermuthungsweise die beiden Anlagen deuten. Nach den Bauverhältnissen der Embryonen aus den späteren Entwicklungsstadien ist es mir sehr wahrscheinlich, dass die Nervenanlage demjenigen Theil der Gonoblastenmasse entspricht, welcher dem Blastomerenvorsprung gegenüber liegt (Fig. 10, 11 C, *N*); der entgegengesetzte Theil dieser Masse wird die Pericardiumanlage darstellen. Beide sind mit der Follikelwandung eng verbunden.

Zum Schluss der Betrachtung der in Rede stehenden Entwicklungsstadien muss ich noch die Faltenhülle anführen, die nun bereits ihre vollständige Entwicklung erreicht hat. Auf den Schnitten aus den früheren Stadien habe ich sie nicht abgebildet, weil sie von den Präparaten, nach welchen die Zeichnungen gemacht wurden, abgefallen war. Die Bildung der Faltenhülle zeichnet sich durch keine Eigenthümlichkeiten von der der früher betrachteten Salpenspecies aus. Ihre Form ist aber für S. punctata sehr charakteristisch, so dass man auch hier nach der Form der Faltenhülle leicht die Species der Embryonen bestimmen kann.

Fig. I zeigt einen Embryo aus einem etwas weiter vorgerückten Stadium, bei welchem die Form der Faltenhülle ersichtlich ist. Diese besteht aus zwei Blättern, wie bei S. africana, unterscheidet sich aber von dieser letzteren durch das Fehlen eines Kammes. Die beiden Blätter sind am unteren Theile des Embryo mit einander verwachsen, oben berühren sie sich nicht und lassen zwischen sich eine enge Spalte, welche in die Höhle der Faltenhülle führt. In der Fig. I sind die beiden Blätter der Faltenhülle durch das Umrollen des Präparates auf dem Objectträger klaffender dargestellt, als es im natürlichen Zustande der Fall ist.

In den weiteren Stadien bleiben die Verhältnisse der beiden Blätter der Hülle (Fig. II, III) dieselben, es ändert sich nur die Form der Hülle, welche immer der des Embryo entspricht. Form und Bau des Embryo sind in diesem Stadium bedeutend verändert. Der Embryo (Fig. I *Em*) wächst bedeutend in die Höhe und nimmt eine conische Gestalt an. Auf einer Seite desselben sieht man einen ziemlich großen cylindrischen Vorsprung (Fig. I *Vpez*), welcher nichts Anderes als den schon früher angegebenen Nervenvorsprung darstellt. Derselbe behält seine ursprüngliche Lage und Form und ist, wie wir an den Längsschnitten sehen werden, hauptsächlich aus Blastomeren zusammengesetzt. Die innere Organisation der Embryonen kann schon einigermaßen an unverletzten Embryonen beobachtet werden. So erkennt man z. B. an diesen die Form der primitiven Darmhöhle, und in Bezug auf die Entwicklung dieses

Digitized by Google

Organs kann die Untersuchung der unverletzten Embryonen im hohen Grade für die Beobachtung der Schnitte nützlich sein. An den unversehrten Embryonen erkennt man, dass die primitive Darmhöhle aus zwei Abtheilungen: einer oberen und unteren (Fig. I *Pdmh*) besteht. Erstere repräsentirt den Abschnitt der Darmhöhle, welchen man als Cloake überhaupt bezeichnet, die letztere ist die Athemhöhle selbst. Beide Höhlen scheinen durch einen Zellenstreif von einander getrennt zu sein. An den optischen Querschnitten der Embryonen (Fig. I A) erscheint die untere Höhle aus zwei Höhlen zusammengesetzt (*Pmdh*), welche beide den schon früher erwähnten Aussackungen entsprechen.

An den Längsschnitten (Fig. 12) aus diesem Stadium erweist sich, dass nicht nur die primitive Darmhöhle, sondern auch andere Theile des Embryo bedeutende Modificationen erlitten haben. Der Ectodermkeim, welcher wie im vorhergehenden Stadium nur am oberen Theil des Embryo mit der unterliegenden Zellenschicht verbunden ist, erscheint nun bedeutend verdickt. Er besteht jetzt in seinem oberen Theil aus mehreren Zellenschichten und zeigt an der dem Nervenvorsprunge gegenüber liegenden Seite eine buckelförmige Verdickung (Fig. 12 *Eb*). Letztere repräsentirt einen Theil der kammförmigen Verdickung des Ectodermkeims, welche, wie bei Salpa africana, der Längsachse nach auf der Oberfläche des Embryo sich erhebt. Die Verdickung des Ectodermkeims ist hier auch wie bei Salpa africana nur auf dem medianen Theile des Embryo vorhanden, weil die Seiten- wie die unteren Theile desselben nur aus einer Zellenschicht zusammengesetzt sind. Der Ectodermkeim des unteren Theiles des Embryo ist wie in vorhergehenden Stadien ganz frei und verbindet sich nicht mit der Placenta.

Der Nervenvorsprung (Fig. 12 *Nvp*) zeigt keine bemerkenswerthe Veränderungen. Er besteht, wie ursprünglich, aus Blastomeren, welche von Gonoblasten umgeben sind. Die wenigen Blastomeren des Nervenvorsprungs sind große, aus feinkörnigem Protoplasma und einem ovalen Kern bestehende Zellen. In diesem Stadium unterscheiden sie sich gar nicht von den übrigen Blastomeren, die ebenfalls nur aus feinkörnigem Protoplasma bestehen.

Die früher durch den Protoplasmazerfall entstandene Schicht in jedem Blastomer ist in diesem Stadium vollkommen verschwunden. In Folge dessen hat die Größe der Blastomeren abgenommen; ihre Form ist in eine ovale verwandelt. Die Blastomeren liegen wie vormals in der Embryonalzellenmasse, namentlich in der Nähe der primitiven Darmhöhle, und sind, wie es scheint, an Zahl bedeutend reducirt. Namentlich scheinen die unter der primitiven Darmhöhle früher vorhandenen

Digitized by Google

Blastomeren in diesem Stadium vollkommen verschwunden zu sein. Wenigstens konnte ich in keinem der von mir angefertigten Schnitte die Existenz derselben nachweisen. Als Überreste dieser Blastomeren muss man einige auf der Neuralseite des Embryo unter dem Ectodermkeime liegende Blastomeren (Fig. 12 *) betrachten. Die übrigen Blastomeren liegen im oberen Theil des Embryo und gehen selbst mit den sie umhüllenden Gonoblasten in die primitive Darmhöhle hinein.

Es ist schon aus den früher betrachteten Stadien ersichtlich, dass die Hauptmasse der Gonoblasten im unteren Theile des Embryo angesammelt ist, während der obere Theil sie in einer viel geringeren Menge enthält. Dasselbe bemerkt man auch in dem jetzt betrachteten Stadium. Die Gonoblasten des oberen Theiles sammeln sich um die Blastomeren herum, die des unteren Theiles (Fig. 12 *Msk*) bilden eine dicke Zellenschicht, welche unter der primitiven Darmhöhle liegt und mit dem Placentadach verbunden ist. Durch diese letzte Verbindung wird der Zusammenhang der Placenta mit dem Embryonalleibe vermittelt. Die in Rede stehende Schicht entspricht den im früheren Stadium beschriebenen hügelförmigen Fortsätzen der Gonoblastenmasse, welche mit der Follikelwand im nächsten Zusammenhange standen und in die Follicularhöhle hineinragten. Ihrer Entstehung nach muss sie als Derivat der hügelförmigen Fortsätze und der Follikelwand betrachtet werden. Die Betheiligung der Follikelwand an ihrer Bildung kann die innige Verbindung dieser Schicht mit dem Placentadach erklären, da dieses letztere ebenfalls von der Follikelwand seinen Ursprung nimmt und noch im vorhergehenden Stadium mit ihr in einem unmittelbaren Zusammenhang steht. Noch jetzt kann man nach der Form der Schicht die Grenze der Follikelwand bestimmen und folglich sich davon überzeugen, dass die Veränderungen der Follikelwand in diesem Stadium in ihrer Verdickung bestehen. In Folge dieser Verdickung wird natürlich die Follicularhöhle bedeutend verengt (Fig. 12 *Flh*), was man schon bei einer Vergleichung der Fig. 12 mit der Fig. 11 leicht bemerken kann.

Die beträchtlichsten Veränderungen zeigt die primitive Darmhöhle, in welcher, wie wir früher bemerkt haben, die Bildung der Kieme und der sogenannten Cloacalhöhle vor sich geht. Die Veränderungen der äußeren Form der primitiven Darmhöhle, welche wir schon oben erwähnt haben, bestehen in Bildung von zwei Abtheilungen, von denen die obere die Cloacalhöhle, die untere die Athemhöhle darstellt. Dieses wird durch die Bildung der Falte erreicht, welche sich vom vorderen Ende der Höhle nach dem hinteren schräg in die primitive Darmhöhle hineindrängt. An den Längsschnitten (Fig. 12 *Kf*) erscheint dieselbe in Form

Digitized by Google

einer nicht sehr tiefen Invagination der Athemhöhlenwand. Die Längsschnitte allein können aber keine vollständige Übersicht der Configuration der Kiemenfalte geben. Diese geht auf den Seiten des Embryonalleibes in zwei Seitenfalten über, welche zusammen die Anlage der Kieme bilden. Die Form und Lage der Seitenfalten kann an optischen und künstlichen Querschnitten erkannt werden. Man kann sich davon überzeugen, dass alle drei Einstülpungen der primitiven Darmhöhlenwand eigentlich eine einzige Einstülpung darstellen, welche einen großen Rayon der Darmoberfläche einnimmt und schräg in die Höhle derselben hineinwächst.

Die Wände der primitiven Darmhöhle bestehen überall aus einer Zellenschicht, deren Zellen nicht an allen Stellen gleiche Dicke besitzen. Der obere Theil der Darmwand besteht aus großen cylindrischen Zellen, welche nach unten zu an Größe abnehmen, bis sie endlich in die abgeplatteten Zellen der unteren Wand übergehen. Die größte Mächtigkeit erreicht die primitive Darmhöhlenwand bei der Kiemeneinstülpung (*Kf*), wo sie aus sehr langen Zellen besteht. Gegenüber dieser Stelle der Darmwand nehmen die Zellen in ihrer Größe plötzlich ab und sind mit den Gonoblasten so innig verbunden, dass die Wand der Athemhöhle von den letzteren gar nicht zu unterscheiden ist. An dieser Stelle der Athemhöhlenwand scheint in der That eine Öffnung vorhanden zu sein, durch welche die Gonoblasten mit einigen Blastomeren in die Athemhöhle hineindrangen (Fig. 12 *Gbet*). In welcher Weise eine solche Öffnung zu Stande gekommen ist, ist mir unbekannt geblieben; anführen muss ich, dass auch bei Salpa pinnata eine solche Öffnung, durch welche die Gonoblasten in die primitive Darmhöhle hinein gelangen, existirt. Die durch diese Öffnung eingetretenen Gonoblasten bilden einen Zellenhaufen, welcher hauptsächlich die obere Abtheilung der Darmhöhle (*Gbcl*) anfüllt; die Zellen der unteren Abtheilung (*Gbn*) gehen theils ebenfalls durch diese Öffnung, theils scheinen sie aus der Darmwand selbst zu entstehen. Von der letzten Entstehungsweise bin ich aber nicht fest überzeugt, und muss dieselbe nur desshalb zulassen, weil ich gerade an der Stelle, wo die die Darmhöhle ausfüllende Zellenmasse liegt, keine Grenze zwischen dieser Masse und den Zellen der Darmwand nachweisen konnte. Die Zellen der Darmwand und diejenigen, die in der Darmhöhle liegen, bilden eine einzige Zellenmasse.

Die Richtung, in welcher die Kiemeneinstülpung verläuft, ist für die Orientirung an den verschiedenen Theilen des Embryo sehr wichtig. Nach dem Verlauf dieser Einstülpung können wir das vordere und hintere Ende des Embryo bestimmen, was sonst in dem beschriebenen

Digitized by Google

Stadium sehr schwer wäre. Wir sahen, dass die Kiemeneinstülpung vom oberen Theil des Embryo nach unten verläuft. Da die breiteste Stelle resp. das obere Ende der Kiemeneinstülpung der breitesten Stelle der ausgebildeten Kieme entspricht, und da die Kieme in den folgenden Stadien im vorderen (neuralen) Ende des Embryo liegt, so können wir annehmen, dass diejenige Seite des primitiven Darmes, welche sich einstülpt, dem vorderen (neuralen) Ende des Embryo entspricht. Gerade vor dieser Seite liegt der früher mehrmals erwähnte Blastomerenvorsprung. Solche Vorsprünge können, wie wir bei Salpa pinnata und S. africana gesehen haben, auf der Neural- oder auf der Hämalseite des Embryonalleibes (Nerven- und Pericardialvorsprung) vorkommen; es ist beim Fehlen von Orientirungspunkten schwer zu bestimmen, welchem von diesen beiden Vorsprüngen der bei Salpa punctata vorhandene Vorsprung entspricht. Aus den erwähnten Gründen erweist es sich sehr leicht, dass der in Rede stehende Vorsprung auf der neuralen Seite des Embryo liegt und also dem Nervenvorsprung entspricht. Damit können wir die Beschreibung des Embryonaltheiles aus diesem Stadium (Fig. 12) schließen. Die Entwicklung des Placentartheils stellt einige Fortschritte im Vergleich mit den vorhergehenden Stadien dar. Das Wichtigste, was man hier erkennt, ist die vollständige Abtrennung des Placentadaches von der Follikelwand; das Dach besteht nun aus einer Reihe cylindrischer Zellen und liegt den Seitenwänden der Placenta (der Placentamembran, wie sie von TODARO und BARROIS genannt wurde) dicht an. Im Innern der Blutsinuse, welche die Placenta erfüllen, treten zwei Zellenhaufen auf, welche am Placentadache befestigt sind und in die Höhle der Blutsinuse hinabhangen. Die Entstehung dieser Zellenhaufen ist mir unbekannt geblieben. Sie stellen wahrscheinlich Wucherungen der Wände von placentaren Blusinusen dar. Später fließen sie wenigstens mit den letzteren zusammen.

Wir kommen nun zu den Stadien, in welchen die inneren Organe des Salpenleibes angelegt sind und in die Periode der definitiven Entwicklung eintreten. Fig. 13, 14, 15 u. 15A stellen Längsschnitte oder Theile von ihnen aus der Periode der definitiven Entwicklung der Organe dar. Obgleich das jüngste von den erwähnten Stadien im Vergleich mit Stadium Fig. 12 schon ziemlich weit vorgeschritten ist, so kann man doch die Art und Weise, in welcher die Veränderungen der Organe vor sich gehen, nachweisen und die jetzt auftretenden Organe meist auf die in vorhergehenden Stadien vorhandenen Anlagen zurückführen.

Die äußeren Veränderungen des Embryo aus dieser Entwicklungs-

Digitized by Google

periode bestehen im Längenwachsthum desselben, wobei er sich immer mehr und mehr der definitiven Form nähert. Während der Embryonaltheil immer wächst, geht das Wachsthum in dem placentaren Theile nur langsam vor sich; in Folge davon wird der Größenunterschied der beiden Theile bedeutender, bis endlich die Placenta nur einen kleinen Theil des Embryo einnimmt. Bei weiterem Wachsthum tritt der Embryo aus der Faltenhülle durch die obere Spalte heraus. Dieser Vorgang geht bei Salpa punctata genau in derselben Weise wie bei den früher betrachteten Salpenarten vor sich. Da die äußeren Veränderungen bei dieser Salpenart überhaupt keine bemerkenswerthen Verschiedenheiten von den erwähnten Salpenarten darbieten, so können wir gleich zur Beschreibung der Organentwicklung übergehen.

Der Ectodermkeim (Fig. 13, 14, 15 u. 15 A, *Eck*), welcher früher aus mehreren Zellenschichten bestand, ist nun aus einer einzigen Zellenschicht zusammengesetzt. Seine Zellen, welche größtentheils eine cylindrische Gestalt besitzen, sind an verschiedenen Stellen verschieden groß, am größten an denjenigen Stellen, welche früher am dicksten erschienen, nämlich an der Stelle der früher vorhandenen longitudinalen kammförmigen Verdickung. Die Zellen des Ectodermkeims zeichnen sich durch eine eigenthümliche Beschaffenheit aus, indem sie an ihrer freien Oberfläche mit zugespitzten pseudopodienähnlichen Fortsätzen (Fig. 13 *Eck*) versehen sind. Dieselben scheinen bis zur Oberfläche der Faltenhülle zu reichen und mit den Zellen der letzteren sich zu verbinden. Diese Fortsätze bleiben nur bestehen, während die Faltenhülle den Embryo bedeckt; später wird die Oberfläche des Ectodermkeims ganz glatt.

Die vom Ectodermkeim eingeschlossene Embryonalzellenmasse, in welcher bis zum letzten Stadium Blastomeren vorhanden waren, besteht nun ausschließlich aus Gonoblasten, die schon in Anlagen der verschiedenen Organe verwandelt sind. Die Blastomeren sind vollständig verschwunden oder sind vielleicht so klein geworden, dass sie jetzt von Gonoblasten gar nicht zu unterscheiden sind.

In dieser Embryonalzellenmasse kann man nun die Anlagen des Nervenganglions (Fig. 13 *N*), des Pericardiums mit dem dazu gehörenden, subpericardialen Zellenhaufen (Fig. 13 *Pc* u. *Spch*) und die die ganze Embryonalhöhle erfüllenden Zellen des Mesodermkeims ganz deutlich unterscheiden. Die ersten Anlagen des Nervensystems und des Pericardiums konnte ich nicht beobachten, da mir diese Entwicklungsstadien überhaupt fehlten. Nach Analogie mit der besser untersuchten Salpa pinnata kann man aber vermuthen, dass dieselben ihren Ursprung

Digitized by Google

aus den Gonoblasten nehmen werden. Was den Mesodermkeim (Fig. 13 *Msk*) betrifft, so ist seine Entstehung aus Gonoblasten und den Follikelzellen beinahe unzweifelhaft. Der Mesodermkeim liegt an der Stelle, welche im vorhergehenden Stadium von der unteren Abtheilung der Gonoblastenmasse und von der Follikelwand eingenommen wurde, und unterscheidet sich von der letzteren nur dadurch, dass seine Zellen jetzt eine sternförmige Gestalt besitzen und durch eine homogene Zwischensubstanz von einander getrennt sind.

Die weitere Entwicklung des Nervensystems und des Pericardiums besteht in Folgendem.

Die Anlage des Nervenganglions tritt im Stadium Fig. 13 in Form einer im vorderen Theile des Embryo, gegenüber dem breitesten Theile der Kieme liegenden Blase auf (*N*). Die Höhle der Nervenblase ist unregelmäßig und scheint aus zwei Abtheilungen zu bestehen. Die Wand der Nervenanlage besteht aus mehreren Zellenschichten, von denen die Zellen der äußeren Schicht sich in kleine zugespitzte Fortsätze verlängern. Die Form der Zellen und ihr Verhalten zu den Farbmitteln ist derjenigen der Mesodermkeimzellen vollkommen gleich, und da die Fortsätze der Nervenzellen sich zu den Zellen des Mesodermkeims hinwenden, so scheint es, dass im lebendigen Zustande zwischen dem Nervenganglion und dem Mesodermkeim eine innige Verbindung bestehen muss. Das wird durch die gegenseitige Berührung der Zellenfortsätze dieser beiden Organe vermittelt. Die weiteren Veränderungen der Nervenanlage bestehen darin, dass die Wand derselben sich bedeutend abplattet. Im Stadium Fig. 15 besteht dieselbe nur aus einer Schicht cylindrischer Zellen, und die Oberfläche des Nervenganglions scheint nun viel schärfer sich von der Umgebung abzugrenzen als es früher der Fall war. Die Höhle des Ganglions ist dabei größer geworden, zeigt aber keine Spuren von der Theilung in drei Blasen, welche wir bei allen übrigen Salpenarten gefunden haben. Die Theilung des Ganglions in Hirnblasen scheint bei Salpa punctata niemals die Schärfe zu erreichen, welche wir bei den übrigen Salpenarten antreffen. Auch bei mehr ausgebildeten Embryonen ist diese Theilung (Fig. IV *N*) sehr unklar angedeutet. Die Verdickung der Wände des Ganglions und das Verschwinden der Nervenhöhle, welche hier, wie bei den übrigen Salpen, bei der definitiven Entwicklung des Ganglions vor sich gehen, wurde von mir nicht untersucht.

Die Anlage des Pericardiums tritt in Form eines soliden Zellenhaufens auf, welcher der primitiven Darmhöhle ganz dicht anliegt (Fig. 13 *Pc*). Unter dieser Anlage findet man einen anderen viel

Digitized by Google

größeren Zellenhaufen, welcher seinem Bau und seiner Lage nach dem subpericardialen Zellenhaufen von Salpa pinnata vollkommen entspricht. Die weiteren Entwicklungsvorgänge in der Anlage des Pericardiums sind denjenigen von Salpa pinnata vollkommen gleich. Der solide Zellenhaufen bekommt eine Höhle und verwandelt sich in eine kleine Blase (Fig. 14 *Pc*), das Pericardium, aus welchem sich später das Herz bildet. Die Wand der Pericardiumblase besteht aus einer einzigen Zellschicht. Die Verwandlung des soliden Zellhaufens in eine Blase muss auch hier durch Zerfall der inneren Zellen des Haufens bedingt sein. Die Pericardiumblase wächst dann in die Länge (Fig. 15 und 15 A *Pc*), wobei sich ihre Zellen bedeutend abplatten.

Die Anlage des Herzens tritt auch hier in Form einer Einstülpung der hinteren Pericardialwand auf. Der Beginn dieses Processes (Fig. 15 *Hz*) besteht darin, dass die der Darmwand anliegende Pericardialwand sich von der ersteren abhebt und in die Pericardialhöhle hineinstülpt. Bei Salpa pinnata ist diese Einstülpung durch Wucherung des Darmepithels bedingt; eine ähnliche Wucherung scheint auch hier stattzufinden, da man zwischen der Einstülpung und der Darmwand auch hier Zellen finden kann, welche ihrer Lage nach denjenigen bei Salpa pinnata vollkommen entsprechen. In den weiteren Stadien bildet das Herz einen cylindrischen, dem Pericardium angehefteten Schlauch.

Der subpericardiale Zellhaufen (Fig. 13, 14, 15 *Spch*) unterliegt während der beschriebenen Entwicklungsstadien keinen besonderen Veränderungen und stellt einen aus kleinen Zellen bestehenden Klumpen dar, welcher später wahrscheinlich wie bei Salpa pinnata mit den Zellen des Mesodermkeims zusammenfließt.

Was die übrigen Theile des Mesodermkeims betrifft, so kann man unter ihnen zwei Zellenarten unterscheiden. Die eine Art, welche die Höhle des Embryo anfüllt (Fig. 13, 14, 15 *Msk*), besitzt eine sternförmige Gestalt; die andere Art, welche der Darmwand unmittelbar anliegt (Fig. 13, 14, 15 *Msz*), ist im Gegentheil fast vollkommen kugelförmig. Zwischen den Zellen der ersteren Art befindet sich eine große Menge einer Zwischensubstanz, die der letzteren hingegen sind so innig mit einander verbunden, dass sie immer in Klumpen erscheinen. Schon früher habe ich bemerkt, dass die sternförmigen Zellen denjenigen von Salpa pinnata entsprechen, welche durch die Proliferation des Follikelepithels in den Embryonen dieser Art ziemlich spät auftreten. Das weitere Schicksal dieser Zellen scheint demjenigen von Salpa pinnata auch nicht unähnlich zu sein. Diese Zellen verwandeln sich später theils in Bindegewebszellen, theils in Blutkörperchen. Die zusammengeballten

Digitized by Google

Zellen (Fig. 13 etc. *Msz*) sind das Hauptmaterial für die Bildung der Muskeln. Sie sind zu beiden Seiten der primitiven Darmhöhle in Form von zwei Platten zusammengestellt, welche beide die Anlagen der Körpermusculatur bilden. Die Entwicklung der die Körpermusculatur bildenden Muskelreifen fängt gleich nach der Befreiung des Embryo aus der Faltenhülle an. Es treten dann am unteren Rande der Muskelplatten fensterförmige Öffnungen auf, welche die Muskelplatten in eine Reihe von Streifen theilen, die die Anlagen der Muskelreifen bilden (Fig. IV *Msch*, Fig. 15 *Mrf*). Die primitive Darmhöhle ist in den jetzt in Rede stehenden Stadien vollständig ausgebildet und zeigt in ihrer weiteren Entwicklung im Vergleich mit den anderen Salpen so wenig Eigenthümlichkeiten, dass wir kaum bei der Beschreibung derselben uns aufzuhalten brauchen. Die Vorgänge der definitiven Entwicklung der Darmhöhle bestehen in der Bildung des Darmcanals und der beiden Öffnungen, welche in ihn und aus ihm führen. Der Darmcanal entsteht in Form eines blinden Fortsatzes der hinteren Wand der Darmhöhle noch zu der Zeit, wo der Embryo von der Faltenhülle umgeben ist (Fig. 13 *D*). Für die Bildung der beiden Öffnungen der Darmhöhle (Eintritts- und Austrittsöffnung) treten an den entsprechenden Stellen des primitiven Darmes ebenfalls blinde Fortsätze auf, welche sich nach außen zum Ectoderm hin wenden, sich mit demselben zusammenlöthen und an der Löthstelle durch eine Öffnung nach außen durchbrechen.

Zum Schluss müssen wir einige Worte über den Bau der Placenta hinzufügen. Die Placenta conservirt ihre ursprüngliche Form, wächst, wie schon angeführt, viel weniger als der Embryonaltheil und erscheint in Bezug auf die Wandungen und die Blutsinuse wenig verändert. In der Centralmasse der Placenta machen sich jedoch nicht unbedeutende Veränderungen bemerkbar. Dieser Theil der Placenta resp. des Placentadaches, welcher im vorhergehenden Stadium in Form eines Zellenklumpen, der Blutknospe, in das Innere der Placenta herabhing, besteht nun aus zwei Theilen, von denen einer die Scheidewand zwischen den Blutsinusen bildet (Fig. 13 *Blss*), der andere als ein kleiner Anhang am unteren Ende derselben erscheint (Fig. 13 *Blk*). Der erstere besteht aus großen gekernten Zellen, der zweite ist in kleine Körnchen verwandelt, welche aus der Blutknospe heraustreten und in die Höhle der Faltenhülle übergehen. Die weiteren Schicksale dieser beiden Theile sind gleich: sie bilden das Nahrungsmaterial für den Embryo und werden als solches bei der weiteren Entwicklung verbraucht. Nur scheint mir, dass die Blutknospe ihre definitive Rolle viel früher übernimmt, als das mit der Scheidewand der Fall ist. Die Blutknospe scheint schon

Digitized by Google

jetzt in Zellen zu zerfallen, welche aus der Blutknospe heraustreten und in den Blutsinusen der Faltenhülle als Blutkörperchen fungiren. Dafür spricht die Lage der Zellen, die Verbindung der Sinuse der Faltenhülle mit denjenigen der Placenta und das Vorkommen von Zellen in den Blutsinusen der Faltenhülle, welche denjenigen, in welche die Blutknospe zerfallen ist, vollkommen ähnlich sind.

IV. Salpa fusiformis.

(Hierzu Taf. 8 u. 24.)

Salpa fusiformis gehört zu den viel selteneren Repräsentanten der Salpen des neapolitanischen Golfes, als die übrigen von uns betrachteten Arten. Ich habe sie erst im Frühjahr und zwar in einer ziemlich geringen Menge angetroffen: während anderthalb Monate hat man täglich einige Exemplare gefangen, später jedoch nicht mehr. Aus diesem Grunde konnte ich nur wenige Entwicklungsstadien untersuchen; einige charakteristische Momente der Entwicklung veranlassen mich aber auch diese Salpenspecies den von mir untersuchten übrigen Species hier anzureihen.

Die ersten Entwicklungsstadien: Furchung der Eizelle, Bildung der Placenta und der Faltenhülle etc. sind mir unbekannt geblieben. Der jüngste Embryo, welcher zur Untersuchung kam (Fig. I und IA), war schon von der Faltenhülle umgeben und mit der Placenta versehen. Einen Längsschnitt davon stellt Fig. 1 dar. Der Embryo besteht aus dem oberen Embryonaltheil und dem unteren Placentartheil, von denen der erstere den letzteren bedeutend an Größe übertrifft. Die Organisation der Embryonen der früher beschriebenen Salpenspecies kann uns als Anhaltspunkt für den in Rede stehenden Embryo dienen. In diesem letzteren können wir leicht dieselben Theile erkennen, welche wir bei den anderen Embryonen gefunden haben. Die obere, aus abgeplatteten Zellen bestehende Schicht desselben (Fig. 1 *Eck*) stellt den Ectodermkeim dar. An einem Ende des Embryo ist derselbe mit den Gonoblasten so innig verbunden, dass die Grenze zwischen Beiden sehr schwer zu constatiren ist. Die Blastomeren, welche gerade an dieser Stelle liegen, scheinen von den Zellen des Ectodermkeims unmittelbar umhüllt zu sein. An allen übrigen Stellen des Embryo ist der Ectodermkeim von den Gonoblasten resp. von der Embryonalzellenmasse ziemlich scharf getrennt.

Digitized by Google

Die innere Zellenmasse, welche unter dem Ectodermkeim liegt und welche wir bei den übrigen Arten Embryonalzellenmasse genannt haben, zeichnet sich bei Salpa fusiformis dadurch aus, dass sie keine Folliculärhöhle umschließt. Es existirt hier keine Höhle, welche der Folliculärhöhle der übrigen Salpen entsprechen würde. In der Embryonalzellenmasse kann man dieselben dreierlei Elemente unterscheiden wie bei den übrigen Salpen, nämlich die Blastomeren, die Gonoblasten und die Follikelzellen. Die Blastomeren (Fig. 1 *Bm*) sammeln sich in geringer Anzahl an einem Ende des Embryo an und zeichnen sich auf den Schnitten vor den umgebenden Zellen dadurch aus, dass sie viel schwächer als die anderen gefärbt sind. Sie sind kugelförmig und bestehen aus einem feinkörnigen Protoplasma, in welchem ein großer Kern eingeschlossen ist. Es ist bemerkenswerth, dass ich bei den Blastomeren von Salpa fusiformis den vielfach beschriebenen Protoplasmazerfall nicht beobachten konnte. Ob dieser Zerfall in den früheren Stadien stattfindet oder überhaupt gar nicht vorkommt, muss ich unentschieden lassen. Jedenfalls werden, wenn der Zerfall in den früheren Stadien geschieht, die zerfallenen Protoplasmastücke bei Salpa fusiformis viel früher verbraucht, als es bei den anderen Salpenspecies der Fall ist. Die Gonoblasten (*Gb*) und die Follikelzellen (*Flw*) sind sehr innig mit einander verbunden und einander vollkommen ähnlich. Die Hauptmasse derselben besteht aus cylindrischen Zellen. In der Follikelwand sind diese Zellen in zwei Reihen angeordnet. Nach oben zu schlägt sich der Rand der Follikelwand nach innen um und liegt der äußeren Oberfläche der Wand der primitiven Darmhöhle an. Hier geht er unmittelbar in eine Schicht von Gonoblasten über, welche die Darmhöhle umgiebt. Nach unten zu verlieren die Zellen der Follikelwand ihre cylindrische Gestalt und werden dreieckig oder polygonal. Dieselbe Gestaltveränderung kann man auch im unteren Theile der Gonoblastenschicht bemerken, welcher Theil aus mehreren Zellenlagen besteht und bedeutend verdickt erscheint. Außer den eben beschriebenen Zellenschichten sieht man zwischen denselben noch einige Zellen, welche zu den Gonoblasten gerechnet werden müssen und verschieden gestaltet sind.

Die primitive Darmhöhle (Fig. 1 *Pmd*) hat eine dreieckige Gestalt und ist an ihrer Spitze mit dem Ectodermkeim fest verbunden. Zu beiden Seiten der Spitze liegen die bereits erwähnten Umschläge der Follikelwand, durch welche letztere in die Gonoblastenschicht übergeht. Die Wand der primitiven Darmhöhle besteht aus einer Schicht cylindrischer Zellen, die im oberen Theile derselben kleiner als im unteren

Digitized by Google

Theile erscheinen. Gegenüber der Spitze der primitiven Darmhöhle erhält der Ectodermkeim eine kleine Einbuchtung, welche man der bei Salpa pinnata vorkommenden Einbuchtung für homolog halten kann. Bei Salpa pinnata tritt gegenüber dieser Einbuchtung eine Fortsetzung der Follikelwand in die Darmhöhle und bildet die die Darmhöhle ausfüllende Zellenmasse; bei Salpa fusiformis gehen in die primitive Darmhöhle keine Zellen; die primitive Darmhöhle erscheint immer gänzlich leer und ist in dieser Beziehung derjenigen der Salpa africana vollkommen ähnlich.

Der Placentartheil ist im Vergleich zu dem Embryonaltheil sehr klein. Er besteht wie bei den übrigen Salpenarten aus den äußeren Wänden, welche die Blutsinuse (*Bls*) umschließen, und aus dem Dach (*Pld*), an das die Blutknospe (*Blk*) befestigt ist. Die Wände der Placenta bestehen aus einer Schicht cylindrischer Zellen und gehen nach unten, indem sie immer kleiner und kleiner werden, in die Faltenhülle über. Das Dach der Placenta (*Pld*) ist von den Wänden vollkommen abgetrennt und erscheint in Form einer aus zwei Schichten bestehenden Platte, die in der Mitte sich verdickt, nach den Rändern hin aber sich verdünnt. Was die Blutknospe anbetrifft (*Blk*), so bietet sie dieselbe Structur dar, welche wir bei den übrigen Salpenarten gesehen haben. Sie ist ein aus kleinen Zellen bestehender Zellenklumpen, der mit seinem oberen Ende an das Placentardach befestigt ist, mit dem unteren frei in den Blutsinus herabhängt. Die Blutsinuse (*Bls*) sind von den Zellen vollkommen ausgefüllt.

Bevor wir zur Beschreibung der weiteren Entwicklungsstadien übergehen, wollen wir die Entwicklung der äußeren Form des Embryo betrachten. Namentlich verdienen Faltenhülle und Placenta in dieser Beziehung am meisten Aufmerksamkeit, während die Veränderungen des Embryonaltheiles bei allen Salpenarten in gleicher Weise vor sich gehen.

Die Faltenhülle von Salpa fusiformis hat die meiste Ähnlichkeit mit derjenigen von Salpa africana, indem die beiden Falten, aus welchen sie zusammengesetzt ist, sich über dem Embryo treffen und mit ihren Rändern in Form eines Kammes verwachsen, welcher in den früheren Stadien sehr klein ist, später aber stark in die Höhe wächst. Das Wachsthum des Faltenkammes kann man schon bei ziemlich jungen Embryonen nachweisen (Fig. II *Fh*). In den späteren Stadien geht dieses Wachsthum noch weiter, bis er ungefähr im Stadium Fig. III seine größte Dimension erreicht. Von da ab beginnt eine rückschreitende Metamorphose in dem Faltenkamme, so wie überhaupt in der

Digitized by Google

Faltenhülle. Der Kamm wird etwas niedriger und zieht sich in der Richtung der Längsachse zusammen (Fig. IV), bis endlich die Faltenhülle von dem Embryonaltheil herabrückt und am Fuß des entblößten Embryo liegen bleibt (Fig. V und VI).

Die Form des Faltenkammes von Salpa fusiformis zeichnet sich vor derjenigen von Salpa africana aus. Die Eigenthümlichkeit der Form bei beiden Species geht am besten aus dem Vergleich der Abbildungen hervor; bei Salpa fusiformis hat der Kamm eine viereckige Gestalt, während er bei Salpa africana in Folge des stärkeren Wachsthums des oberen und hinteren Endes halbkreisförmig ist. Jedenfalls ist diese Verschiedenheit für beide Species so charakteristisch, dass die Embryonen derselben schon durch die Form ihrer Faltenkämme leicht erkennbar sein werden.

Die Gestaltveränderungen der Placenta sind bei Salpa fusiformis ebenfalls denjenigen von Salpa africana sehr ähnlich, obgleich sie, wie wir später sehen werden, bei den beiden Species auf verschiedenen Wegen erreicht werden. In den früheren Stadien hat die Placenta eine kuppelförmige Gestalt (Fig. II, III und IV *Pl*), später aber theilt sie sich in zwei Theile: einen oberen, welcher einen integrirenden Theil des ausgeschlüpften Embryo bildet, und einen unteren im Mutterleibe verbleibenden. Den ersteren kann man als fötale (Fig. V, VI *Pl*), den letzteren als mütterliche Placenta bezeichnen. Die beiden Theile der Placenta sind in den späteren Stadien durch eine tiefe Ringfurche von einander geschieden. Was endlich den Embryonaltheil selbst betrifft, so hat derselbe in den früheren Stadien eine abgerundete kuppelförmige Gestalt, welche sich etwas später verlängert und an einem Ende einen kleinen Fortsatz aussendet. Letzterer ist die Anlage des Elaeoblastes (Fig. III *El*), welcher also bei Salpa fusiformis viel früher als bei den anderen Salpenarten auftritt. Bei den Embryonen aus dem Stadium Fig. III sind das Nervensystem und die übrigen inneren Organe erst angedeutet. Der Elaeoblast wächst dann etwas in die Länge und verwandelt sich später in einen großen, birnförmigen Körper, welcher in Form eines dicken Schwanzes bei ausgebildeten Embryonen nach vorn gekrümmt ist. Gleich nach dem Auftreten des Elaeoblastes bemerkt man schon einige Organe (Nervenganglion und Pericardium), welche durch die äußeren Bedeckungen durchschimmern. Die Muskeln, der Darmcanal und die beiden Öffnungen der Athemhöhle gehören auch hier zu den am spätesten erscheinenden Organen.

Kehren wir nun zu den Schnitten zurück. Fig. 2 und 3 zeigen zwei Querschnitte aus dem Stadium, welches im Vergleich zu dem in Fig. 1

Digitized by Google

abgebildeten ziemlich wenig vorgeschritten ist. Die Structur des Embryo ist so wenig verändert, dass ich zu dem bezüglich der Fig. 1 Gesagten nur wenig über einige Organe hinzuzufügen habe. Zu diesen etwas veränderten Organen gehören namentlich: der Ectodermkeim (Fig. 2 *Eck*), welcher anstatt aus abgeplatteten Zellen nun aus cylindrischen Zellen zusammengesetzt ist. Diese Zellen sind dem Follikelepithel so ähnlich, dass man glauben könnte, die Zellen des Ectodermkeims wären vollständig verschwunden und durch Follikelzellen ersetzt. Dies ist aber nicht der Fall. An einigen Schnitten kann man leicht die Übergangsformen von den cylindrischen Zellen zu den abgeplatteten ziemlich gut beobachten (Fig. 2 A *Eck*); die ersteren liegen hier an der Spitze des Embryonaltheiles, die anderen gehen nach unten und liegen den Blastomeren (*Bm*) an.

Die Follikelzellen und Gonoblasten behalten im Allgemeinen ihre frühere Stellung und ihren Bau und sind um die primitive Darmhöhle herum schichtenweise gelagert. Die Blastomeren sammeln sich im oberen Theile des Embryo an und erscheinen nun auch sehr wenig verändert. Die übrigen Theile: die primitive Darmhöhle und die Placenta unterscheiden sich so wenig von ihrem früher beschriebenen Zustande, dass sie kaum eine besondere Erwähnung verdienen.

Die in den eben beschriebenen Stadien vorhandene ziemlich scharfe Abtrennung des Ectodermkeims von der Embryonalzellenmasse verwischt sich in einer Reihe späterer Stadien. Das scheinbare Verschwinden der Grenzen zwischen der oberen Schicht des Embryo und seiner Innenmasse betrifft hauptsächlich den medianen Theil des Embryo und dauert ungefähr bis zur Ausbildung der Kieme. In den lateralen Theilen hingegen kann man, wenigstens in den späteren Stadien, die untere Grenze des Ectodermkeims unterscheiden. Das erste Stadium, in welchem die eben hervorgehobenen Vorgänge auftreten, ist in Fig. 3 im Längsschnitte abgebildet. Obgleich die Organisation des Embryo in diesem Stadium sehr wenige Fortschritte gemacht hat, so zeichnet sich der Bau der Embryonalzellenmasse und des Ectodermkeims doch durch einige Veränderungen vor den früheren Stadien aus. Die Embryonalzellenmasse resp. die Follikelzellen und die Gonoblasten verlieren ihre schichtenweise Anordnung und bilden nun einen Zellenhaufen, welcher zwischen dem Ectodermkeime und der Wand der primitiven Darmhöhle liegt und aus verschieden gestalteten Zellen besteht. Unter diesen Zellen kann man noch einige große, sich schwach färbende Zellen unterscheiden, welche die Überreste der Blastomeren darstellen (Fig. 3 *Bm*). Die Wand der primitiven Darmhöhle ist im Vergleich zum früheren

Digitized by Google

Zustand in so fern verändert, als sie jetzt aus verschieden großen Zellen besteht. Im oberen Theile derselben trifft man abgeplattete Zellen, in den unteren cylindrische an, welche keine scharfe Begrenzung der Wand von den umgebenden Embryonalzellen bilden. Dasselbe kann man auch in Betreff des Ectodermkeimes (Fig. 3 *Eck*) bemerken, in welchem auch Zellen von verschiedener Form und Größe unterschieden werden können. Einige von diesen Zellen sind ihrem Bau nach den früher beschriebenen Zellen des Ectodermkeimes ähnlich und unterscheiden sich von ihnen durch ihre abgeplattete Form. Die anderen (*Eckb*) sind aber nicht nur durch ihre ansehnliche Größe, sondern auch durch ihre Beschaffenheit von den ersteren verschieden. Sie färben sich mit Carmin schwach und enthalten einen Kern, welcher denjenigen der Blastomeren sehr ähnelt. Das Aussehen dieser Zellen legt die Vermuthung nahe, dass dieselben ausgetretene Blastomeren darstellen. Wenn es in der That so ist, so kann man diese Zellenreihe für homolog dem bei den übrigen Salpen vorkommenden Nerven- resp. Pericardialvorsprung halten. Diese Letzteren bestehen auch größtentheils aus Blastomeren, welche jedoch immer entweder von den Gonoblasten oder von den Ectodermzellen umhüllt sind.

Was endlich die Placenta betrifft, so muss hier eine Vermehrung der Zellen des Daches hervorgehoben werden. Diese Vermehrung zeigt den Beginn einer starken Wucherung des Placentadaches an, welche in den späteren Stadien zur Bildung einer ansehnlichen Zellenmasse führt, die die Höhle der Placenta vollkommen ausfüllt.

Die ersten Anlagen des Nervensystems und des Pericardiums sind meiner Beobachtung entgangen. Man muss dieselben wahrscheinlich in einem Übergangsstadium zwischen denen in Fig. II und Fig. III abgebildeten suchen; dieses konnte ich aber nicht erhalten. Der Längsschnitt in der Fig. III zeigt schon eine differenzirte Anlage des Nervenganglions, in welchem bereits die Höhle sich zu bilden anfängt (Fig. 4 *N*). Dieses Entwicklungsstadium des Nervenganglions lässt vermuthen, dass das Nervensystem der Salpa fusiformis durch die Differenzirung der Embryonalzellenmasse entsteht. Die Anlage des Nervenganglions steht noch im innigsten Zusammenhange mit den Embryonalzellen und ist von den Letzteren nur durch eine kleine Spalte abgetrennt. Sie liegt etwas nach vorn und unten von der primitiven Darmhöhle und hat eine ovoïde Form.

Die Organisation des Embryo aus diesem Stadium ist ziemlich schwer zu ermitteln. Der Embryonaltheil bildet eine compacte Masse, welche aus dicht gedrängten, polygonalen Zellen besteht, in denen etwaige

Digitized by Google

Anlagen einzelner Organe sehr schwer zu bestimmen sind. Ich habe schon früher angegeben, dass der Ectodermkeim auf den Längsschnitten der Embryonalzellenmasse beinahe vollkommen verschwindet. Man kann diese Schicht nur an ihrem Rande (Fig. 4) noch gut unterscheiden, an den übrigen Stellen des Längsschnittes besteht er aus ungleichen Zellen, welche vor denjenigen der Embryonalzellenmasse sich nicht auszeichnen. Es scheint aber, dass der Ectodermkeim nicht überall denselben Charakter besitzt. An den Horizontalschnitten eines etwas älteren Embryo kann man ersehen, dass in den Seitentheilen desselben der Ectodermkeim von der Embryonalzellenmasse scharf abgetrennt ist und aus zusammengeflossenen, eine Art Syncytium bildenden Zellen besteht. Zwischen den Zellen des Ectodermkeimes bemerkt man einige, welche einen bläschenförmigen großen Kern enthalten. Die Kerne des Syncytium des Ectodermkeimes behalten immer diese bläschenförmige Gestalt; ähnliche Kerne trifft man auch in der Embryonalzellenmasse an. Ob es die Kerne der Blastomeren oder die veränderten Kerne der Gonoblasten resp. Follikelzellen sind, konnte ich nicht entscheiden. In den späteren Entwicklungsstadien trifft man diese Kerne überall im Ectodermkeim, so wie in manchen Zellen der Embryonalzellenmasse an, wo man früher sich schön färbende Kerne gefunden hatte. Ich glaube desshalb, dass auch die Kerne der Gonoblasten während der Entwicklung sich umändern und eine den Blastomerenkernen ähnliche Form annehmen. Die beschriebenen Kerne sind immer mit einem kleinen, stark lichtbrechenden Kernkörperchen versehen; solche Kernkörperchen trifft man in den Blastomerenkernen nicht an.

Die Embryonalzellenmasse resp. der Mesodermkeim (*Emzm*) besteht aus dicht gedrängten polygonalen Zellen. Hinten und etwas nach unten von der primitiven Darmhöhle kann man einen kleinen Zellenhaufen unterscheiden (Fig. 4 *Pc*), welcher aus zwei Reihen cylindrischer Zellen besteht und in die Embryonalzellenmasse fest eingeschaltet ist. Da genau an dieser Stelle später die Pericardiumblase liegt, so fasse ich diesen Zellenhaufen als die Anlage des Pericardiums auf; diese stellt jetzt einen soliden Körper dar und wird später, wie bei den übrigen Salpen, hohl. Die Aushöhlung der Pericardiumanlage geht, wie es scheint, ziemlich schnell vor sich, indem in einem nur sehr wenig fortgeschritteneren Stadium das Pericardium schon in Form einer kleinen, der Darmhöhlenwand anliegenden Blase vorhanden ist (Fig. 5 *Pc*).

Die Placenta bietet auch nicht unwesentliche Veränderungen in diesem Stadium dar. Auf dem oberen Theile derselben bildet sich eine seichte Furche (Fig. 4 *Plf*), welche die erste Andeutung der Sonderung

Digitized by Google

von zwei Theilen der Placenta: der Placenta foetalis (*Plft*) und der Placenta materna (*Plmt*) darstellt. Der innere Bau der Placentawand erscheint in beiden Theilen ziemlich verschieden. Während der untere Theil seine frühere Zusammensetzung behält, besteht der obere Theil aus großen cylindrischen Zellen, welche nach unten in die kleinen Zellen des unteren Theiles übergehen.

Die in dem früheren Stadium hervorgehobene Wucherung des Placentadaches macht nun bedeutende Fortschritte. Das Placentadach wächst nach unten in die Höhle der Placenta hinein und verwandelt sich in einen großen Zellenhaufen, welcher in seinem unteren Theile eine unveränderte Blutknospe trägt. Diese letztere sieht man in den späteren Stadien, wo sie ebenfalls ziemlich unverändert bleibt.

Die weitere Entwicklung geht bei Salpa fusiformis derjenigen anderer Salpenarten vollkommen ähnlich vor sich. Sie besteht 1) in der Abtrennung des Ectodermkeimes von der unterliegenden Embryonalzellenmasse, 2) in der Differenzirung der Embryonalzellenmasse, welche in Muskelplatten und in amöboide Zellen zerfällt, 3) in der Ausbildung der Kieme, des Darmcanals und der Bauchfalten, welche alle aus der primitiven Darmhöhle ihren Ursprung nehmen. Das Nervenganglion tritt inzwischen mit der Darmhöhle in Verbindung und die Wand der Pericardiumblase stülpt sich ein, um die Anlage des Herzens zu bilden. Wir wollen hier diese Vorgänge etwas näher betrachten.

Der Ectodermkeim besteht, wie wir schon früher angeführt haben, in einem gewissen Stadium aus einer Art Syncytium (Fig. 6′ und 6A *Eck*), dessen innere Oberfläche in eine Anzahl von pseudopodienartigen Fortsätzen sich auszieht. Dieser eigenthümliche Bau des Ectodermkeimes hält aber nicht lange an; in einem etwas späteren Stadium erscheint er schon aus ganz distincten Zellen zusammengesetzt. An einigen von diesen Zellen findet man noch Fortsätze, welche die Überreste der früheren Syncytiumfortsätze darstellen.

Die Differenzirung der Embryonalzellenmasse giebt sich durch eine Lockerung derselben zu erkennen. Die Zellen, welche bis dahin fest mit einander verbunden waren, weichen aus einander und nehmen eine sternförmige Figur an, indem sie Ausläufer erhalten. Es bildet sich zwischen den Zellen eine homogene Zwischensubstanz, welche sich mit Carmin nicht färbt und, wie es scheint, halbflüssig bleibt. Solche Veränderungen erleiden nur die Zellen des peripheren Theiles des Mesodermkeimes (Embryonalzellenmasse), während die centralen, der primitiven Darmwand anliegenden Zellen sich zu einer continuirlichen Schicht ordnen. Diese Schicht stellt die beiden Muskelplatten dar,

Digitized by Google

welche zu beiden Seiten der Darmwand liegen und unterhalb derselben sich vereinigen (Fig. 7 und 8 *Mskpl*). Die Muskelplatten bilden schon sehr früh eine Reihe von Verdickungen, welche der Querachse des Embryo parallel verlaufen; dieselbe bildet die Anlagen der Muskelreifen. Die zwischen diesen Verdickungen liegenden Theile der Muskelplatten verwandeln sich später in ovale Lücken, welche die Muskelreifen von einander scheiden.

Die peripherischen Zellen des Mesodermkeimes nehmen, wenn sie sich in der beschriebenen Weise von einander getrennt haben, eine sternförmige Gestalt an und verwandeln sich theils in Bindegewebszellen, theils in Blutkörperchen. Eine Gruppe dieser Zellen bildet einen Zellenhaufen hinter dem Herzen, welcher seiner Lage nach dem subpericardialen Haufen entspricht (Fig. 9 *Spch*). Ein anderer ähnlicher Zellenhaufen bildet sich hinter dem ersteren und stellt die Anlage des Elaeoblastes dar (Fig. 9 *El*). In diesen beiden Zellenhaufen sind die Zellen so dicht zusammengeflossen, dass eine Grenze zwischen ihnen nicht unterschieden werden kann. Man beobachtet aber ganz distinct die Kerne, welche blasenförmig sind und Kernkörperchen enthalten. Ihrer Form und ihrem Bau nach sind diese Kerne den schon früher erwähnten Kernen des Mesodermkeimes ähnlich, welche wir als möglicherweise aus den Blastomerenkernen entstanden gedacht haben.

Die Entwicklung der Pericardiumblase (Fig. 5 und 9 *Pc*) und des Herzens bietet keine besonderen Abweichungen von der der anderen Salpen dar.

Die Nervenblase (Fig. 9 *N*), welche die Anlage des Nervenganglions repräsentirt, tritt schon ziemlich früh mit der primitiven Darmhöhle in Verbindung, die hier besonders leicht nachgewiesen werden kann, weil die Öffnung, durch welche die Nervenblase mit der Darmhöhle communicirt, hier sehr groß ist. In den weiteren Stadien wächst die Nervenblase in die Höhe und treibt den sie bedeckenden Ectodermkeim hügelförmig hervor. Seine vordere Wand verdickt sich dabei allmählich und füllt immer mehr und mehr die Höhlung der Blase aus, bis sich endlich die Nervenblase in einen soliden Körper verwandelt. Die Theilung der Nervenblase in drei Abtheilungen (Gehirnblasen, wie sie nach der Analogie mit gleichnamigen Gebilden der Wirbelthiere genannt werden können) ist bei Salpa fusiformis noch schärfer als bei den anderen Salpen ausgeprägt. Die Blasen sind nicht nur von innen, sondern auch von außen durch kleine Querfurchen von einander abgetrennt (Fig. VI *N*). Die Entwicklung der Flimmergrube wurde von mir nicht näher untersucht; da aber die Verhältnisse des Nervenganglions zur

Digitized by Google

Athemhöhle hier dieselben wie bei Salpa pinnata sind, so wird auch die Entwicklung der Flimmergrube bei dieser Species wahrscheinlich nicht wesentlich von der bei Salpa pinnata abweichen.

Von allen Derivaten der primitiven Darmhöhle ist die Kieme in ihrer Entwicklung am meisten bemerkenswerth, während der Darmcanal und die Bauchfalten mit Bezug hierauf bei allen Salpen überhaupt sehr wenig variiren. Die Kieme von Salpa fusiformis wird ganz ähnlich derjenigen von Salpa africana angelegt. Sie erscheint zunächst in Form von zwei seitlichen Einstülpungen der Darmhöhlenwand (Fig. 7 *Kestp*), die wir als Kiemeneinstülpungen bezeichnen können. Dieselben gehen ins Innere der Darmhöhle ziemlich tief hinein und treffen schon in dem in Fig. 7 abgebildeten Stadium mit einander zusammen. Ihre weiteren Veränderungen sind denjenigen von Salpa africana so vollkommen gleich, dass sie kaum eine besondere Beschreibung erfordern. Die Ränder jeder der beiden Einstülpungen nähern sich und fließen endlich zusammen, so dass jede sich in Form einer Blase von der Wand der primitiven Darmhöhle abtrennt und in dieselbe hineinhängt. Dieser Zustand der Entwicklung der Kieme ist in Fig. 8 dargestellt. Die Kieme (*K*) besteht aus zwei mit einander verbundenen Röhren, welche ihre Verbindung mit der primitiven Darmwand noch nicht ganz verloren haben. Sie hangen mit dieser letzteren durch kleine transversale Zellenstränge zusammen (Fig. 8 *Vsk*). Später gehen auch diese Verbindungsstränge verloren. Der mittlere Verbindungsstrang, der zwischen den beiden Röhren liegt, höhlt sich aus; es bildet sich so ein einziges Rohr, welches durch die Athemhöhle schief von vorn nach hinten geht und die definitive Kieme darstellt.

Außer den beiden Kiemeneinstülpungen und gleichzeitig mit diesen tritt auf der unteren Fläche der primitiven Darmhöhle auch eine Einstülpung auf, in welche die Zellen der Muskelplatten hineindringen (Fig. 7 *Uest*). Die Ränder schließen sich und trennen sich von der Darmwand ab. Die Einstülpung verwandelt sich dadurch in ein Rohr, welches in der primitiven Darmhöhle in der Nähe der unteren Wand derselben liegt (Fig. 8 *x*). Die Bedeutung dieses Organes ist mir vollkommen unverständlich geblieben, und ich kann nur sicher behaupten, dass es ein provisorisches Organ ist, welches später verschwindet.

Ich vermuthete früher (siehe meine vorläufige Mittheilung, Zool. Anz. Bd. 4), dass man es hier mit dem Homologon des rosettenförmigen Organs von Doliolum zu thun habe, wie es mir nach den Untersuchungen von Ulianin erschien. Jetzt aber, nachdem die Entwicklung des rosettenförmigen Organs durch die Arbeiten von Ulianin und Grobben

Digitized by Google

aufgeklärt ist, muss ich diese Voraussetzung aufgeben, bin aber zu einer anderen Ansicht darüber nicht gekommen.

Zum Schluss müssen wir noch einmal zur Placenta zurückkehren. Wir haben erwähnt, dass dieselbe in zwei Theile, eine fötale und eine mütterliche Placenta zerfällt. Bei dem weiteren Gange der Entwicklung wächst der obere von diesen beiden Theilen — die fötale Placenta — bedeutend in die Länge und nimmt eine cylindrische Gestalt an (vgl. Fig. 7, 8 *Plft*), während die mütterliche Placenta dagegen sich bedeutend erweitert und ihre kuppelförmige Gestalt beibehält. In Folge der verschiedenen Wachsthumsrichtung beider Theile wird die Grenze zwischen denselben immer schärfer, wie es schon leicht aus dem Vergleich der Fig. 7 mit der Fig. 8 hervorgeht. Der Unterschied in dem Bau der beiden Theile der Placenta, welcher schon oben hervorgehoben wurde, bleibt auch während der weiteren Entwicklung derselbe: die Wände der Placenta foetalis bestehen aus schönen, großen, cylindrischen Zellen, die mit sich grell färbenden Kernen versehen sind, die Wände der Placenta materna sind aus kleineren, theils cylindrischen, theils cubischen Zellen zusammengesetzt, welche sich nach unten mehr und mehr verkleinern und endlich in die abgeplatteten Zellen der Faltenhülle übergehen. In den späteren Stadien nimmt die fötale Placenta wieder eine glockenförmige Gestalt an (Fig. V und VI), überholt in ihrem Wachsthum bedeutend die mütterliche Placenta und scheidet sich von der letzteren noch mehr ab. Die mütterliche Placenta wird dabei schüsselförmig und verbleibt in diesem Zustande während der weiteren Entwicklung. Nach der Geburt des Embryo kann man sie noch längere Zeit im Mutterleibe in Form einer kreisrunden Platte in der Athemhöhle bemerken.

Obgleich die bisher betrachteten Salpenarten in ihrer Entwicklung einige Verschiedenheiten zeigen, so sind sie doch durch ein gemeinschaftliches Merkmal: durch das Vorhandensein der Faltenhülle mit einander verwandt. Das Vorkommen dieser Hülle ist für die Entwicklung um so wichtiger, als es eine große Reihe anderer Entwicklungsvorgänge hervorruft, nämlich die Verwandlung des Epithelhügels in die Placenta und in den Ectodermkeim, die Entwicklung der inneren Organe aus der Gonoblastenmasse etc. Die Salpen, zu denen wir nun übergehen (Salpa bicaudata und S. democratica), zeichnen sich dagegen durch die Abwesenheit der Faltenhülle, wenigstens in der Form und in der Entwicklung, in welcher wir sie bei den anderen Salpen antreffen, aus. In Folge dessen zeigt auch ihre Entwicklung in mancher

Digitized by Google

Beziehung einige so wesentliche Abweichungen von der Entwicklung der beschriebenen Salpenarten, dass solche Unterschiede zwischen zwei so nahe stehenden Arten kaum zu erwarten waren.

V. Salpa bicaudata.

(Hierzu Taf. 9, 25 und 26.)

Das Ei von Salpa bicaudata unterscheidet sich schon durch seine Lage und Form von den Eiern der anderen Salpen. Bei der Betrachtung der Colonie sucht man vergebens nach einem Ei an der Stelle der Athemhöhlenwand, wo man gewöhnt ist die Eier und Embryonen anzutreffen. Statt dessen findet man ungefähr in der Mitte des Salpenkörpers ein großes blindes Rohr, das von vorn nach hinten verläuft und in seinem hinteren, blinden Ende etwas nach oben gekrümmt ist (Fig. I *Emfz*). Dasselbe stellt die Bildungsstätte der Eier dar. In dem blinden, gekrümmten Ende des Rohres trifft man Eier oder Embryonen in verschiedenen Stadien der Entwicklung an, und ich will es desswegen »Genitalrohr« nennen. Das Ei selbst, bevor es zum Embryo wird, konnte ich nicht beobachten. Trotz der vielen Mühe, die ich mir gab, um die kleineren Kettensalpen zu bekommen, konnte ich kein einziges Exemplar von solchen Salpen erhalten, und daher ist mir die Form und der Bau des unbefruchteten Eies unbekannt geblieben. In der Litteratur habe ich keine Beschreibung desselben gefunden und muss mich deshalb bei der Beurtheilung der verschiedenen Embryonaltheile auf die Analogie mit den anderen Salpenarten stützen. Wenden wir uns zunächst zur Beschreibung des Genitalrohres und der Entwicklungsvorgänge, welche am Embryo in toto beobachtet werden können.

Das Genitalrohr, welches, wie gesagt, eine cylindrische Gestalt hat, ist eine unmittelbare Fortsetzung des Mutterleibes, in der alle drei Schichten der Leibeswand vorhanden sind. Es besteht somit außen aus einer Celluloseschicht (Fig. II, III etc. *Ecm*); innen ist es durch die Fortsetzung der Athemhöhlenwand austapezirt. Die beiden erwähnten Schichten werden von Bindesubstanz und größtentheils quer verlaufenden Blutsinusen durchsetzt (Fig. II, III etc. *Bls*). Durch die Blutsinuse geht ein beständiger Blutstrom aus dem Mutterleibe in den Embryonalfortsatz bis zur Spitze des Rohres hin und kehrt durch die andere Seite des Rohres in den Mutterleib zurück. Die Richtung der Blutströme ist in Fig. I und III durch Pfeile angedeutet.

Digitized by Google

Die äußere Hülle des Embryonalfortsatzes hat eine einfache cylindrische Gestalt und zeigt keine besonderen Auswüchse oder Erhebungen, welche ihre cylindrische Gestalt irgend wie stören könnten. Die innere resp. entodermale Hülle desselben bildet in seinem hinteren, blinden Ende zwei Falten von zungenförmiger Gestalt, welche mit ihren abgerundeten Enden in die Höhle des Rohres hineinragen und einen Raum umgrenzen, den man als Bruthöhle bezeichnen kann. In diesen Raum gehen später die Bildungszellen hinein; es werden dort die Theile des Embryo und der Placenta angelegt; der Embryo befestigt sich dort an die entodermale Haut des Embryonalfortsatzes und schreitet bei seiner weiteren Entwicklung durch die innere Höhle des Rohres nach der mütterlichen Athemhöhle immer weiter fort, bis er endlich in die letztere hineindringt.

Die Bindegewebshülle mit den Blutsinusen besteht in den ersten Stadien aus durchsichtigen, spindelförmigen Zellen und theilt in Form von verschieden gestalteten Trabekeln die Blutsinuse in eine Anzahl kleiner Höhlen. In den späteren Stadien sammeln sich in diesem Gewebe kleine pigmentirte Zellen an, deren Zahl immer mehr und mehr wächst, bis sie endlich in ungeheurer Masse das ganze Gewebe anfüllen. Besonders sammeln sich die Zellen im blinden Ende des Genitalrohres an, später gehen sie in das vordere Ende desselben über. Was die Rolle dieser Zellen betrifft, so glaube ich, dass sie Blutkörperchen darstellen, welche man auch an anderen Stellen des Körpers in solchem pigmentirten Zustande bei allen Kettensalpen antrifft, während in den jungen Ketten die Zahl der pigmentirten Zellen überhaupt viel geringer ist als bei den älteren Exemplaren.

Das Ei, welches in dem hinteren, blinden Ende des Genitalrohres liegt (Fig. II *E*), lässt schon bei einer oberflächlichen Betrachtung zwei Theile unterscheiden, von denen der vordere den Follikel mit den in ihm befindlichen Blastomeren und Gonoblasten, der hintere einen Zellenhaufen darstellt, welchen man am besten mit der Blutknospe anderer Salpenarten vergleichen kann. Beide Theile sind beinahe kugelförmig, und da sie von einer Bindegewebshülle umhüllt sind, so werden sie von den Blutströmen in den Blutsinusen umflossen. In den späteren Stadien geht das Ei resp. das Bildungsmaterial, welches dort gebildet wird, aus dem Follikel in die Bruthöhle hinein und verwandelt sich in den Embryo mit den dazu gehörigen Theilen. Wir treffen letztere schon in diesem Zustande in Fig. III an. Am Embryo lassen sich bereits zwei Theile: der Embryonaltheil und die Placenta (Fig. III *Em*, *Pl*) unterscheiden, in denen man schon bei ziemlich schwachen Vergrößerungen

Digitized by Google

verschiedene Details der Organisation wahrnehmen kann. Im Embryonaltheile findet man ziemlich leicht die primitive Darmhöhle, das Nervenganglion, die Cloacalhöhle etc.; die Placenta ist kuppelförmig und mit ihren Rändern an der inneren Hülle des Genitalrohres befestigt. Außer diesen beiden Theilen des Embryo bemerkt man schon bei schwächeren Vergrößerungen oberhalb des Embryo einen großen säulenförmigen, festen Körper, welcher dem oberen Rand des Embryo angeklebt ist (Fig. IV *Zh*). Derselbe besteht aus einem Haufen von Zellen und stellt ein provisorisches Gebilde dar. Seiner Entstehung nach ist er ein Product der Zellenvermehrung des Bruthöhlenepithels, seiner Lage nach verschließt er die Bruthöhle, wesshalb ich ihn als Incubationspfropf bezeichnen will. Derselbe steht mit dem Embryo nur eine gewisse Zeit in Verbindung, dann löst er sich von ihm los und fällt in die Höhle des Genitalrohres. Man kann noch in den späteren Stadien einen kleinen isolirten Zellenhaufen im Innern des Genitalrohres beobachten, welcher offenbar den Überrest des Incubationspfropfes darstellt. Er wird dann immer kleiner und kleiner, bis er in den späteren Stadien vollkommen verschwindet; wahrscheinlich wird er in der Athemhöhle resorbirt.

Die Wanderung des Embryo aus dem hinteren Ende des Genitalrohres nach dem vorderen ist an sein Wachsthum gebunden. Das Wachsthum des Embryonaltheiles und der Placenta geht nicht ganz gleichmäßig vor sich. In den ersten Stadien wächst die Placenta bedeutend schneller als der Embryonaltheil und schiebt den Embryo immer mehr und mehr nach vorn. Später wird die Placenta (Fig. VI) vom Embryonaltheil an Größe übertroffen. Sie wächst mehr in die Breite als in die Länge und dehnt das Genitalrohr aus, so dass letzteres nun eine trichterförmige Gestalt annimmt und durch eine große Spalte in die mütterliche Athemhöhle ausmündet. Durch diese Spalte gelangt nun der Embryo in die Athemhöhle.

Die Form und die gegenseitige Lage des Embryonaltheiles und der Placenta sind während dieser Entwicklungsstadien nicht unbedeutend verändert. Zuerst hat jeder der beiden Theile eine kuppelförmige Gestalt, wobei der Embryonaltheil mit seiner Bauchfläche an die Placenta befestigt ist (Fig. III). In Folge des starken Wachsthums der hinteren Theile des Embryo wird der Embryo in die Länge gezogen und hängt sich mit seinem vorderen Theile an die Placenta an (Fig. IV). Diese letzten Verhältnisse bewahren die beiden Theile, so lange der Embryo noch im Genitalrohr verbleibt. Tritt der Embryo aus dem Genitalrohr heraus, so nimmt er eine zur Längsachse der Placenta senkrechte

Digitized by Google

Stellung ein. An der Stelle, wo der Embryo mit der Placenta verbunden ist, zieht sich die Wand des Embryo in einen kleinen cylindrischen Stiel aus, an welchem er während der ganzen späteren Zeit sitzen bleibt (Fig. VII).

Was die Form des Embryo betrifft, so ist er in den ersten Entwicklungsstadien kuppelförmig. Er nimmt, wie wir gesehen haben, eine Stellung an, welche ihn nicht besonders von denen anderer Salpen unterscheidet. Später wird er länger und treibt an seinem hinteren Ende einen Fortsatz hervor, welcher den Elaeoblast darstellt. In seinem definitiven Zustande dagegen zeichnet er sich durch das stark aufgetriebene hintere Ende und durch die Form des Elaeoblastes vor denen anderer Salpen aus (Fig. VII). Der letztere hat die Form einer convex-concaven Scheibe, welche auf ihrer concaven Seite durch einen kleinen Stiel mit dem hinteren Ende des Embryo verbunden ist (Fig. VII *El*).

Nach diesem Abriss der äußeren Entwicklungsvorgänge gehen wir zur Betrachtung der Schnitte über.

Das jüngste Ei, das ich untersuchte, war schon in Furchung begriffen. Einen Längsschnitt davon stellt Fig. 1 dar. Das Ei (Fig. 1 *E*) hat eine länglich ovale Gestalt und besteht aus zweierlei Elementen: aus kleinen kernhaltigen Zellen (Fig. 1 *Gb*), welche die äußere Hülle des Eies bilden und nach innen sich hineindrängen, und aus größeren Klumpen einer homogenen Substanz, welche durch die Zellen von einander getrennt sind. Jedes von den letzterwähnten Elementen ist von einem klaren Hof umgeben, welcher es von den umgebenden Zellen trennt. Das Ei ist etwas schief zur Längsachse des Genitalrohres gestellt und trägt auf einer Seite seiner Oberfläche einen kleinen kugligen Körper (Fig. 1 *Blk*), welcher ebenfalls aus denselben kernhaltigen Zellen besteht, die den Haupttheil des Eies ausmachen.

Trotzdem das Ei so eigenthümlich gebaut ist und eine so eigenthümliche Lage im mütterlichen Körper einnimmt, so kann man doch, sich auf den Vergleich mit den Eiern anderer Salpenarten stützend, die verschiedenen Theile des Eies von Salpa bicaudata richtig bestimmen. Was zunächst den kleinen Zellenhaufen betrifft, welcher auf dem Ei sitzt (*Blk*) und aus kleinen Zellen besteht, so erfährt man aus den weiteren Stadien, dass derselbe einer der Blutknospe anderer Salpenarten ähnlichen Metamorphose unterliegt. Desswegen glaube ich berechtigt zu sein, denselben als Blutknospe zu bezeichnen. Das Ei selbst zeigt ebenfalls mit dem Ei resp. mit dem Follikel anderer Salpen eine gewisse Analogie, indem es aus zwei den anderen Salpen nicht unähnlichen

Digitized by Google

Elementen zusammengesetzt ist, von denen eins eine große Analogie mit den Blastomeren, das andere mit den Gonoblasten zeigt. Die großen mit einem hellen Protoplasmahof und einem dunkeln Kern versehenen Zellen (*Bm*) stimmen ihrer Lage und ihrem Bau nach mit den Blastomeren überein und zeichnen sich nur durch einen etwas eigenthümlichen Bau ihrer Kerne vor den letzteren aus. Die kleineren verhalten sich zu den ersteren wie die Gonoblasten zu den Blastomeren bei anderen Salpen und können demgemäß als Gonoblasten resp. Follikelzellen angesehen werden. Sie spielen bei der Entwicklung dieselbe Rolle, wie die Gonoblasten überhaupt bei den Salpen und stellen, wie es scheint, das Hauptmaterial für die Ausbildung des Embryo dar. Man kann das eben beschriebene Ei als einen Follikel betrachten, in welchem die Furchung der Eizelle bereits begonnen hat und die Blastomeren von den Gonoblasten umwachsen sind. Die Wand des Follikels geht ohne Grenze in die Gonoblastenmasse über; es existirt in diesem Stadium keine Follikelhöhle, wie wir sie bei einigen Salpenarten angetroffen haben. Ich kann aber nicht bestimmt die Abwesenheit der Follikelhöhle in diesem Stadium behaupten, da ich nur eine sehr geringe Anzahl Eier zu untersuchen Gelegenheit hatte. In einem folgenden Stadium ist immer eine ganz distincte Follikelhöhle vorhanden, welche die einschichtige Follikelwand von der übrigen Embryonalzellenmasse trennt (Fig. 2 *Flh*). Die accessorischen Theile des Eies: die Bruthöhle und die Incubationsfalte bilden sich aus der entodermalen Schicht des Genitalrohres und stellen eigentlich nur Faltungen derselben dar. Die Bruthöhle (Fig. 1 *Brh*) steht im unmittelbaren Zusammenhang mit der Follikelwand und hat keine eigenen Wände; sie ist von der inneren Schicht der Incubationsfalten begrenzt. Der Follikel mündet in den späteren Stadien in die Bruthöhle hinein; ob eine solche Mündung auch in den früheren Stadien vorhanden ist, konnte ich nicht ermitteln. An den Schnitten habe ich sie nicht angetroffen. Was endlich die Incubationsfalten (*Incf*) angeht, so sind sie zwei lappenförmige Falten, deren innere Blätter die Begrenzung der Bruthöhle bilden, während die äußeren unmittelbar in die entodermale Schicht des Genitalrohres übergehen. Zwischen beide Schichten dringt die Bindegewebssubstanz des Genitalrohres hinein, welche eine Art Skelett der Falten bildet.

Ein etwas vorgeschritteneres Stadium zeigt Fig. 2 im Längsschnitte. Das Ei hat eine kugelförmige Gestalt und lässt eine äußere Hülle oder Follikelwand (*Flw*) und eine innere zellige Masse, die Embryonalzellenmasse (*Emzm*) unterscheiden. Die Abtrennung der Follikelwand von der Embryonalzellenmasse ist durch die Ausbildung einer spalt-

Digitized by Google

förmigen Follikelhöhle (*Flh*) gegeben. Die Follikelwand besteht aus kleinen cubischen Zellen und ist nur an einer Stelle, nämlich am vorderen Eipole mit der Embryonalzellenmasse verbunden. Man sieht dort den Übergang der Follikelwand in die Gonoblastenmasse sehr deutlich und kann sich leicht davon überzeugen, dass die Gonoblasten und die Zellen der Follikelwand einander vollkommen gleich sind. Die Blastomeren haben an Zahl und Größe abgenommen und sind sonst beinahe wie früher. Sie sammeln sich haufenweise in der Nähe der Follicularöffnung an und stehen so dicht, dass sie durch Gonoblasten gar nicht von einander geschieden erscheinen. Der größte Theil der jetzt auftretenden Blastomeren ist klein; da sich aber ihre Zahl nicht vergrößert hat, so kann man ihre Verkleinerung nicht auf Theilung zurückführen, sondern muss annehmen, dass hier, wie bei den anderen Salpenarten, eine Zerstörung der Blastomeren vor sich geht. Der Follikel mündet durch eine weite Öffnung in die Bruthöhle hinein, mit der er im innigsten Zusammenhang steht. Die Wände der Bruthöhle zeigen keine bemerkenswerthe Veränderungen, nur sind ihre Zellen etwas größer geworden. Dasselbe kann man auch in Bezug auf die Blutknospe sagen, welche zwar etwas größer geworden, in ihrem Bau aber beinahe unverändert geblieben ist.

Das Stadium, welches wir eben betrachtet haben, ist das letzte, in dem die Blastomeren in bedeutender Anzahl zu beobachten sind. Ich habe noch einige Stadien angetroffen, bei denen an den Schnitten noch einige Blastomeren vorkamen, aber die Zahl derselben hatte bedeutend abgenommen. Ein solches Stadium ist in Fig. 3 abgebildet. Der Hauptheil der Embryonalzellenmasse ist hier durch Gonoblasten repräsentirt. Im oberen Theil des Follikels sieht man einige blasse runde Körper, die offenbar dem Ansehen nach an die Blastomeren erinnern. Um sie findet man aber keinen hellen Protoplasmahof. Das einzige Blastomer, welches hier noch sein ursprüngliches Ansehen behalten hat, liegt am unteren Theil des Follikels, besitzt einen dunkeln Kern und ist von einer Gonoblastenschicht umgeben (Fig. 3 *Bm'*). Die Embryonalzellenmasse behält hier denselben Bau wie im vorhergehenden Stadium, so dass sie keiner Beschreibung bedarf. Man trifft einige nicht unwesentliche Fortschritte in der Wand der Bruthöhle an, indem dieselbe sich etwas verdickt und mehrere Zellenschichten erkennen lässt. Die Verdickung der Bruthöhlenwand ist durch die Proliferation ihrer Zellen hervorgerufen, welche in den späteren Stadien in noch beträchtlicherer Weise vor sich geht und zur Bildung des Incubationspfropfes führt. Wir können also die betreffende Verdickung der Bruthöhlen-

Digitized by Google

wand als das erste Zeichen der Bildung des Incubationspfropfes betrachten.

Aus den vorgeführten Stadien lässt sich der Schluss ziehen, dass die Blastomeren fortwährend an Zahl abnehmen, bis sie endlich ganz verschwinden. Diese Erscheinung kann auf zweierlei Weise erklärt werden. Entweder gehen die Blastomeren unter allmählicher Verkleinerung zu Grunde — sie könnten als Nährmaterial für die Bildungszellen dienen — oder sie verändern unter fortwährender Theilung Form und Bau und vermischen sich so mit den Gonoblasten, dass sie endlich von den letzteren nicht zu unterscheiden sind. Diese Frage durch directe Beobachtung entscheiden, ist sehr schwer, und bei dem Material, das mir zu Gebote stand, war das unmöglich. Ich will desshalb hier nur Thatsachen vorführen, welche für und gegen diese beiden Voraussetzungen sprechen können. Erstens will ich bemerken, dass Form und Bau der Blastomeren so charakteristisch ist, dass sie mit den Gonoblasten schwer zu verwechseln sind. Selbst bei den kleinen Blastomeren, wie wir in Fig. 2 sehen, kann man nach dem Kern jedes Blastomer, wenn es auch nur von Gonoblastengröße ist, ganz gut von den Gonoblasten unterscheiden. Der Blastomerenkern ist rund, opak, färbt sich mit Carmin besser als der eines Gonoblasten, welch letzterer eine ovale Form besitzt und ein kleines punktförmiges Kernkörperchen beherbergt. Zweitens will ich darauf aufmerksam machen, dass man in dem zuletzt betrachteten Stadium Blastomerenkerne antrifft, welche noch ihre Größe behalten, aber deren Begrenzung nicht so scharf ist wie es in den Blastomeren der früheren Stadien der Fall ist. Sie verlieren also ihre scharfen Contouren, was schon darauf hinweist, dass diese Kerne in der That solchen Veränderungen unterliegen, welche ihr Absterben sehr wahrscheinlich machen. Endlich gegen die Verwandlung der Blastomeren in Gonoblasten-ähnliche Zellen spricht auch der Umstand, dass man nie Übergangsformen antrifft, was doch der Fall sein müsste, wenn eine solche Verwandlung in der That existirte. Auf Grund aller dieser Thatsachen bin ich zur Überzeugung gelangt, dass die Blastomeren in der That allmählich schwinden, um die Hauptrolle bei der Entwicklung den Gonoblasten zu überlassen.

Zwischen dem Stadium, das wir eben betrachtet haben, und dem, zu dessen Beschreibung wir nun übergehen (Fig. 4), liegt offenbar eine große Lücke, die um so störender ist, als sie in die Zeit des Auftretens der Bildungszellen fällt. Fig. 4 stellt einen Längsschnitt aus dem Stadium dar, wo im Follikel und in der Bruthöhle ein Zellenhaufen auftritt, aus welchem später der Embryonalleib nebst der Placenta auf-

Digitized by Google

gebaut wird. Der Bau dieser Zellen ist so charakteristisch, dass man sie an gefärbten Präparaten mit den übrigen Zellen gar nicht verwechseln kann. Sie heben sich durch ihre kugelförmige Gestalt und durch einen stark lichtbrechenden Kern von den umgebenden Zellen sehr scharf ab. Diese Zellen, welche ich als Bildungszellen bezeichnen will (Fig. 4 *Bz*), liegen ihrer Hauptmasse nach schon in der Bruthöhle und bilden dort einen gelappten Zellenhaufen, welcher den ganzen oberen Theil der Bruthöhle einnimmt. Verfolgt man diese Zellenmasse weiter nach oben, so kann man sich davon überzeugen, dass dieselbe in dem Follikel ihre Wurzel hat. Im oberen Theile des Follikels trifft man noch einige von den Bildungszellen an, die mehr zerstreut sind als diejenigen der Bruthöhle und in viel geringerer Anzahl vorkommen (*Bz'*). Woher stammt diese Zellenmasse? Das konnte ich nicht mit Sicherheit nachweisen. Jedenfalls sprechen einige Thatsachen dafür, dass diese Zellen in dem Follikel entstehen und von dort aus in die Bruthöhle hineinfallen. Das Vorkommen dieser Zellen im Follikel in dem jetzt beschriebenen Stadium und die Abwesenheit derselben in den folgenden Stadien kann als ein guter Beweis für die Richtigkeit dieser Vermuthung dienen. Es könnte aber sein, dass diese Zellen in der Bruthöhle sich ausbildeten und durch Proliferation des Bruthöhlenepithels entständen. Wir treffen in der That eine energische Vermehrung der Zellen des Bruthöhlenepithels an. Die Zellen aber, welche aus dem Epithel entstehen, sind den Bildungszellen ganz unähnlich und können leicht von ihnen unterschieden werden. Die Proliferation der Zellen des Bruthöhlenepithels geht hauptsächlich außerhalb der Grenze der Bildungszellenmasse vor sich; an den Stellen, wo diese Masse liegt, proliferiren die Zellen gar nicht. Es ist also sehr unwahrscheinlich, dass diese Zellen in der Bruthöhle selbst entstehen, und es wird viel natürlicher anzunehmen sein, dass sie sich in dem Follikel bilden und von dort in die Bruthöhle übergehen.

Der Follikel zeigt (Fig. 4) keine wesentlichen Unterschiede in Bezug auf seinen früheren Zustand. Die Embryonalzellenmasse, welche in denselben eingeschlossen ist, besteht außer den eben erwähnten Bildungszellen aus kleinen ovalen Zellen, die sich hauptsächlich an der Peripherie ansammeln; der centrale Theil der Embryonalzellenmasse besteht aus einer feinkörnigen Substanz, in welcher einzelne Zellen nicht mehr nachgewiesen werden können.

Die Bruthöhle ist in diesem Stadium bedeutend in die Länge gewachsen und bildet einen im Verhältnis zum Follikel sehr großen Schlauch. Die Proliferation des Bruthöhlenepithels, welche bereits in

Digitized by Google

dem vorhergehenden Stadium begonnen hatte, macht große Fortschritte. Die Wand der Bruthöhle (*Bhw*) besteht aus 2—3 Zellenschichten, von denen die äußere aus cylindrischen Zellen, die inneren aus ovalen zusammengesetzt sind. In den Zellen der äußeren Schicht sieht man Andeutungen von Theilungsprocessen, indem einige von ihnen etwas verlängert sind und zwei Kerne enthalten. Die ovalen Zellen sind offenbar die Theilungsproducte der cylindrischen. Sie stehen jetzt noch größtentheils in Zusammenhang mit den letzteren, obgleich einige von ihnen sich schon abtrennen und in die Bruthöhle hineinfallen.

Zum Schluss der Betrachtung dieses Stadiums müssen wir noch der Blutknospe und der zu derselben gehörenden Organe erwähnen. Der Bau der Blutknospe ist in so fern verändert, als ihre Zellen sich sehr stark vermehrt haben und in Form von kleinen kugelrunden Körperchen erscheinen, an denen Protoplasma und Kern nur sehr schwer unterschieden werden können. Viel bedeutendere Veränderungen zeigen sich in der Umgebung der Blutknospe, wo ein großer Blutsinus gebildet ist, welcher die Blutknospe, den Follikel und andere anliegende Theile umschließt (Fig. 4 *Mbs*). Früher habe ich diesen Blutsinus, welchen wir zum Unterschiede von den beiden früher vorhandenen als »medianen« bezeichnen wollen, nicht wahrgenommen. In Folge der starken Vermehrung der Zellen der Blutknospe erscheint die äußere Hülle derselben zersprengt und einige von diesen Zellen fallen in die Höhle des Blutsinus hinein. Außer ihnen bemerkt man im Blutsinus andere spindelförmige Zellen, welche die äußere Begrenzung resp. die äußere Wand desselben ausmachen.

Außer der Blutknospe enthält der Blutsinus noch zwei Körper, die in den früheren Stadien hier nicht angetroffen wurden und erst nach dem Ende des Furchungsprocesses auftreten. Diese Körper (Fig. 4 *x*), deren Bedeutung ich nicht kenne und die offenbar nur eine provisorische Rolle spielen, sind zwei Zellenhaufen, welche zu beiden Seiten des Follikels, an der Grenze desselben nach der Bruthöhle zu, liegen. Die Zellen aus diesen problematischen Zellenhaufen sind blasenförmig und mit einem wandständigen Kern versehen. An den gefärbten Präparaten sieht man größtentheils nur Plasma und Kern, man trifft aber oft günstige Objecte (Fig. 6), an denen sehr gut auch die Form der Zellen, wie sie eben beschrieben worden, beobachtet werden kann. Was die Entstehung dieser Organe betrifft, so glaube ich, dass dieselben aus den Bindegewebszellen sich bilden, welche sich in der Nähe des Follikels schon in den früheren Stadien ansammeln (Fig. 2 *Bk*). Jedenfalls nehmen diese letzteren Zellen denselben Platz ein, welcher später von den

Digitized by Google

problematischen Körpern besetzt ist. Über die Bedeutung dieser Körper bin ich nicht ganz im Klaren und will darüber selbst keine Vermuthungen aussprechen.

Nachdem die Bildungszellenmasse in die Bruthöhle gelangt ist, stellt sie den Haupttheil des Eies dar, an welchen sich nun das Interesse der weiteren Entwicklung knüpft. Alle übrigen Theile des Eies spielen nur eine untergeordnete Rolle, sind accessorische Organe, welche früher oder später zu Grunde gehen und in dieser oder jener Weise die weitere Ausbildung der Bildungsmasse unterstützen.

Die ersten Vorgänge, welche man in der Bildungszellenmasse wahrnimmt, nachdem dieselbe in die Bruthöhle gelangt ist, bestehen in einer Zusammenziehung derselben und in der Bildung einer Höhle in ihrem Innern. Dieses Entwicklungsstadium der Bildungsmasse ist in Fig. 5 abgebildet. Sie zeigt einen hohlen Haufen von Zellen (Fig. 5 *Bz*), bei denen sich noch nicht die Anlage der Keimblätter oder anderer Organe unterscheiden lässt. Dieser Haufen steht in keiner Verbindung mit den Zellen des Follikels, ist von ihnen ganz isolirt und in der Bruthöhle durch die stark vermehrten Zellen des Bruthöhlenepithels befestigt. Die Bildungsmasse zeigt in diesem Zustande schon den Embryo und wäre etwa mit der Blastula zu vergleichen, wenn die Höhle, welche sie enthält, als Furchungshöhle betrachtet werden könnte. Sie repräsentirt aber nicht die Furchungshöhle, sondern erweist sich sehr bald als primitive Darmhöhle.

In einem nächstfolgenden Stadium treten in dem embryonalen Zellenhaufen schon weitere Differenzirungen auf, welche sich in der Theilung desselben in zwei Schichten: eine äußere und eine innere kundgeben (Fig. 5 A). Die innere besteht aus einer Zellenlage und liegt um die primitive Darmhöhle herum. Sie bildet (Fig. 5 A *En*) die Wand der primitiven Darmhöhle und kann als Entoderm betrachtet werden. Die äußere Schicht, welche in den späteren Stadien einer weiteren Differenzirung unterliegt, ist die Anlage des Ectoderms und des Mesoderms (Fig. 5 A *Ec* + *Ms*). Der Zellenhaufen hat sich dabei sehr wenig in seiner Form verändert und ist, wie in dem vorhergehenden Stadium, von allen Seiten durch die Zellen des Bruthöhlenepithels gestützt. Die Proliferation des Bruthöhlenepithels geht in den beschriebenen Stadien sehr schnell vor sich. Während sie im Stadium Fig. 4 nur zur Verdickung der Bruthöhlenwand führte, erscheint schon in dem nächstfolgenden Stadium die Bruthöhle von den Zellen erfüllt (Fig. 5 *Ikpf*). Die Zellen liegen aber nicht dicht zusammen, so dass sie nicht eine compacte Zellenmasse bilden, wie man sie an dieser Stelle in den folgenden

Digitized by Google

Stadien antrifft. In dem zuletzt betrachteten Stadium (Fig. 5 A *Ikpf*) kommen schon die Zellen in einer so großen Zahl vor, dass sie mit einander zusammenkleben und durch den gegenseitigen Druck eine mehr oder minder polygonale Form bekommen. Die Bildung des Incubationspfropfes ist aber damit nicht vollendet. Die Proliferation in den unteren Theilen der Bruthöhlenwände, welche etwas verzögert wurde, geht nun sehr energisch vor sich, bis endlich in dem zunächst folgenden Stadium (Fig. 6) die ganze Bruthöhle von den Zellen erfüllt ist.

Die weitere Differenzirung der Bildungszellen besteht in der Absonderung einer oberflächlichen Zellenschicht, welche neben den angedeuteten zwei Schichten als drittes Keimblatt fungirt. Der Embryo hat sich dabei bedeutend verlängert und ist ungefähr birnförmig, indem seine obere (zum Genitalrohr gerichtete) Hälfte etwas breiter als die hintere ist (Fig. 6).

Die äußere Schicht des Embryonalleibes (Fig. 6 *Ec*), welche dem Ectoderm anderer Thiere vollkommen entspricht und mit demselben Namen bezeichnet werden kann, findet sich nur auf ungefähr $^2/_3$ der Oberfläche des Embryo und liegt dem Mesoderm fest an. Im Mesoderm kann man zwei Theile unterscheiden: der eine davon liegt unmittelbar dem Entoderm an, der andere stellt einen ziemlich gesonderten Zellenhaufen dar. Der erste Theil des Mesoderms (Fig. 6 *Ms*), welcher die Hauptmasse des Embryo ausmacht, besteht aus mehreren Zellenschichten und ist im oberen Theile des Embryo am meisten verdickt. Im unteren Theile, wo es vom Ectoderm nicht mehr bedeckt ist, besteht es nur aus 1—2 Zellenschichten und schließt sich unmittelbar an die angrenzenden Zellen des Incubationspfropfes an. Der zweite Theil des Mesoderms (Fig. 6 A *Ms*) besteht aus einem Zellenhaufen, welcher an den unteren Theil des Embryo angefügt ist und nach außen etwas vorspringt. Dieser letztere Theil stellt die Anlage des Elaeoblastes und des Pericardium dar. Was endlich das Entoderm anbetrifft, so bildet dasselbe einen aus einer Zellenschicht zusammengesetzten Sack, welcher nur auf einer Seite etwas verdickt ist und aus zwei Schichten besteht. Diese locale Verdickung des Entoderms hat, wie es scheint, keine besondere Bedeutung für die weitere Entwicklung; in den späteren Stadien kann sie nicht aufgefunden werden.

Der Embryo ist nun von allen Seiten von den Zellen des Incubationspfropfes umgeben, welcher letztere seine vollkommene Ausbildung erreicht hat. Der Incubationspfropf füllt die Bruthöhle aus und reicht (Fig. 6 *Incpf*) selbst in die Höhle des Genitalrohres hinein. Er besteht aus ziemlich charakteristischen polygonalen und mit großen Kernen

Digitized by Google

versehenen Zellen, die nur auf einer Seite mit der Wand der Bruthöhle in Verbindung sind, größtentheils aber von ihr abstehen. Die Zellen des Incubationspfropfes liegen im oberen Theil des Embryo sehr dicht an einander, in dem unteren Theil, wo sie die Seitentheile und den unteren Theil des Embryo berühren, bilden sie ein viel lockereres Gewebe. Zu diesen Zellen muss man auch einen Haufen von (5—6) birnförmigen Zellen zählen, welche im unteren Theil des Embryo (Fig. 6 A *Plz*) und ganz getrennt von einander liegen. Dieselben sind die Anlage eines Theiles der Placenta und können desswegen als Placentazellen bezeichnet werden.

Der Follikel und die Blutknospe bewahren noch ihre früheren Verhältnisse zur Bruthöhle. Der Follikel steht mit derselben in einer unmittelbaren Verbindung, ist aber an der Verbindungsstelle etwas stärker verengt als es früher der Fall war. Da gerade an dieser Stelle die Abtrennung des Follikels von der Bruthöhle vor sich gehen wird, so müssen wir schon jetzt die erwähnte Verengerung des Follikels als das erste Zeichen dieser Abtrennung betrachten, welche schon im nächstfolgenden Stadium vollendet ist.

Während die bis jetzt betrachtete Entwicklungsperiode durch den Übergang der Bildungszellen in die Bruthöhle und durch die Ausbildung der drei den Keimblättern ähnlichen Schichten des Embryo charakterisirt ist, zeichnet sich eine Reihe folgender Stadien durch Fixirung des Embryo in der Bruthöhle und durch die Bildung der Organanlagen und der Placenta aus. Zu Ende dieser letzteren Periode tritt der Embryo aus der Bruthöhle in die Höhle des Genitalrohres über. Dieser Übergang wird durch eine allmähliche Zusammenziehung der Bruthöhle vermittelt. Man bemerkt diese schon ziemlich früh, während der Embryo noch keine Organisation besitzt (Fig. 7). Sie ist aber schwach. Die Verkürzung der Längsachse dieser Höhle ist schon bei der Vergleichung von Fig. 6 mit Fig. 7 leicht ersichtlich. Der Embryo, welcher offenbar dabei sehr gewachsen ist, nimmt schon den größten Theil der Bruthöhle ein, und der Incubationspfropf dringt mit seinem freien Ende tiefer in das Genitalrohr hinein. Dabei sind auch die Verhältnisse des Embryo zu den umgebenden Theilen des Eies bedeutend verändert.

Wenn wir zunächst den Follikel und die Blutknospe betrachten, so finden wir dieselben von der Bruthöhle getrennt. Der Follikel liegt zwar der Bruthöhle noch ganz nahe an, stellt aber schon einen ganz von unten geschlossenen Sack dar. Die beiden problematischen Haufen blasenförmiger Zellen bleiben bei dieser Abtrennung mit dem Follikel verbunden, bieten aber in ihrem Bau keine bemerkenswerthe Verände-

Digitized by Google

rungen dar. Das obere Ende der Bruthöhle ist abgerundet. Sie scheint auch oben gar nicht geschlossen zu sein, da in den nächsten Stadien durch sie das Blut in die Placenta eindringt und sich am Kreislauf der Placenta betheiligt.

Der Embryonalleib, welcher die Bruthöhle vollständig ausfüllt, ist auch in seiner Form dieser Höhle ähnlich. Er ist vorn resp. zum Genitalrohr erweitert, hinten verengt und lässt bereits den Embryonal- und den Placentartheil unterscheiden. Der erstere ist zur Öffnung der Bruthöhle gerichtet, der letztere füllt das blinde Ende der Bruthöhle aus.

Das Innere des Embryonaltheiles wird von der geräumigen primitiven Darmhöhle (Fig. 7 *Pdh*) eingenommen, welche durch eine Schicht entodermaler Zellen (*En*) begrenzt ist. Die früher vorhandene Verdickung der Darmwand, die in Form von zwei Schichten erschien, ist jetzt verschwunden, obgleich man auch jetzt einige Stellen antrifft, wo noch zwei Zellenschichten unterschieden werden können. Von außen ist der Embryonaltheil vom Ectoderm bedeckt (Fig. 7 *Ec*), welches sich nach unten fortsetzt und an der Bildung der Placenta betheiligt. Das Mesoderm nimmt in diesem Stadium an Umfang ab. Während es früher die Hauptmasse des Embryo bildete, nimmt es jetzt nur einen kleinen Theil des Embryo ein und erscheint in Form eines im oberen Theile des Embryo, zwischen dem Ectoderm und Entoderm liegenden Zellenhaufens. Diese Verkleinerung des Mesoderms hat wahrscheinlich ihre Ursache darin, dass ein großer Theil dieser Schicht in die Placenta übergeht.

In der Placenta können wir nun drei Theile unterscheiden, von denen jeder verschiedenen Ursprung hat. 1) Die äußere Wand der Placenta (Fig. 7 *Plw*) besteht aus einer Schicht kleiner Zellen und stellt eine unmittelbare Fortsetzung des Ectoderms dar. Wir haben schon früher gesehen, dass das Ectoderm nicht den ganzen Embryo umhüllt, sondern den hinteren Theil desselben unbedeckt lässt. Dasselbe können wir auch jetzt wahrnehmen. Das Ectoderm bedeckt auch jetzt nicht die ganze Placenta und liegt dem Bruthöhlenepithel dicht an. Die Berührungsstelle der Placentawand mit dem Bruthöhlenepithel bezeichnet die Stelle, wo später die Verbindung der Placenta mit der Bruthöhlenwand, oder die Befestigung des Embryo an den Mutterleib zu Stande kommt. Die Zellen des Bruthöhlenepithels zeichnen sich hier durch ihre bedeutendere Größe vor den übrigen Zellen aus (Fig. 7 *). 2) Die blasenförmigen Zellen lassen sich durch Größe und Bau von den anderen sogleich unterscheiden. Sie sind oval oder durch gegenseitigen Druck

Digitized by Google

etwas abgeplattet und bestehen aus einem homogenen, hellen Inhalt, in welchem das Protoplasma sich verästelt. Jede Zelle ist mit einem hellen, ein Kernkörperchen enthaltenden Kern versehen. Die Zahl dieser Zellen so wie ihre Lage weisen darauf hin, dass sie aus den schon im früheren Stadium erwähnten birnförmigen Zellen, Placentazellen, entstehen und durch die Veränderung ihres Protoplasma blasenförmig geworden sind. 3) Ein Haufen Zellen (Fig. 7 *Plsch*) nimmt das Innere der Placentaanlage ein. Diese Zellen sind rund, besitzen einen stark lichtbrechenden Kern und sind den Zellen des Embryonalleibes so ähnlich, dass ich ihre Entstehung aus den Bildungszellen anzunehmen geneigt bin. Es ist wahrscheinlich, dass der untere Theil des Mesoderms ihnen den Ursprung giebt. Später verwandeln sie sich theils in einen Zellenstrang, welcher durch die Placenta hindurchgeht und der Scheidewand derselben entspricht, welche bei anderen Salpen die beiden Blutsinuse von einander theilt, theils geben sie das Material für die Bildung der Blutsinuse ab, welche in sehr reichen Verästelungen die Wände der Placenta durchsetzen.

Die weiteren Entwicklungsvorgänge in der Placenta bestehen zunächst in der Ausbildung der Fixationseinrichtungen derselben in der Bruthöhle; später, wenn die Placenta, folglich auch der Embryo, mit der Bruthöhlenwand fest verwachsen sind, tritt die Periode des Wachsthums der Placenta auf, welche bis zur vollständigen Ausbildung des Embryo immer fortschreitet.

Die Fixation der Placenta steht mit den Veränderungen der Bruthöhle im innigsten Zusammenhang. Wir haben schon erwähnt, dass im zuletzt beschriebenen Stadium die Wand der Placenta der Bruthöhlenwand dicht anliegt. Die Zellen der letzteren nehmen an Größe bedeutend zu, bekommen eine cylindrische Gestalt und reihen sich den Zellen der Placenta so an, dass sie eine unmittelbare Fortsetzung derselben bilden (Fig. 9). Es geht also ein Theil der Bruthöhle (der untere) in die Placenta über. Der obere Theil wird dabei sehr stark contrahirt; die Incubationsfalten, welche die Bruthöhle und den darin eingeschlossenen Embryo begrenzten, ziehen sich so stark zusammen, dass sie jetzt nicht nur nicht den ganzen Embryonalleib, sondern auch nicht einmal die ganze Placenta einschließen können. Der Embryo tritt in Folge dessen aus der Bruthöhle hervor und geräth, vom Incubationspfropf bedeckt, in die Höhle des Genitalrohres. Seitens der Placenta kommen noch einige Veränderungen vor, welche aber ebenfalls zur Fixation dienen. Die Zellen des unteren Randes der Placenta sind auch vergrößert und heften sich den Zellen der Bruthöhlenwand an. In der ersten Zeit des

Digitized by Google

Fixationsprocesses kann man noch die Zellen der Placentawand von denjenigen der Bruthöhle ganz gut unterscheiden, später aber wird die Grenze zwischen beiden verwischt; die aus der Bruthöhle entstammenden Zellen stellen nun einen integrirenden Theil der Placentawand dar. Durch den Zuwachs eines Theiles der Bruthöhlenwand zur Placenta wird letztere natürlich vergrößert (Fig. 10 A *Plw*). Die erste Vergrößerung der Placenta geht aber ganz passiv vor sich, indem sie auf einem einfachen Zuwachs von der Bruthöhlenwand beruht. Die Placenta hat bis jetzt keinen eigenen Blutkreislauf, besitzt keinen großen Nahrungszufluss, kann sich also wenig durch eigene Zellenvermehrung vergrößern.

Zum Schluss des Fixationsprocesses setzen sich die seitlichen Blutsinuse in die Placenta fort und bewirken dadurch die Entwicklung der Blutsinuse im Innern derselben, durch welche ein eigener Kreislauf der Placenta unterhalten werden kann, der aber immerhin mit den Blutsinusen des Genitalrohres im Zusammenhang bleibt. Die Blutsinuse treten in die Placenta durch ihren hinteren Theil hinein. Dieser Übergang kann sich aber nur nach der Abtrennung des Follikels vollziehen. Durch diese Öffnung dringen nun die Blutkörperchen aus dem medianen Blutsinus hervor, welcher, wie wir gesehen, den Follikel umgab und nach der Abtrennung desselben von der Bruthöhle Letztere umfasst. Der mediane Blutsinus verbindet sich später mit den lateralen Blutsinusen und dann treten, indem er dabei sehr schnell seine Selbständigkeit verliert, die Bluthöhlen der Placenta mit den lateralen Sinusen in unmittelbaren Zusammenhang. In den späteren Stadien verwandelt sich der ganze untere Theil des Genitalrohres in eine Höhle, deren mittlerer Theil den Placentasinus, deren seitliche die lateralen Sinuse darstellen. Ich brauche kaum zu bemerken, dass die lateralen Sinuse, so wie auch der placentare zu einem und demselben Zweck — Ernährung des Embryo — dienen.

Während der eben beschriebenen Entwicklungserscheinungen in der Wand der Placenta bleiben auch die anderen Theile derselben nicht unverändert. Zunächst erregen die Placentazellen die Aufmerksamkeit des Beobachters. Sie vermehren sich in den jetzt in Rede stehenden Stadien beinahe gar nicht, nehmen aber an Größe bedeutend zu und bekommen dabei eine sehr charakteristische Gestalt. Sie sind ihrem Bau und ihrer Form nach (Fig. 9, 10 *Plz*) am meisten den Pflanzenzellen ähnlich. Sie sind blasenförmig; ihr Inhalt besteht aus zweierlei Substanzen: aus einem homogenen, glashellen Saft und einem feinkörnigen Protoplasma, welches den ersteren in verschiedenen Richtungen

Digitized by Google

netzartig durchsetzt. Die Verästelungen des Protoplasma gehen auch, wie bei den Pflanzenzellen, von einem Protoplasmahof aus, welcher den Kern umgiebt. Dieser ist ebenfalls eine scharf contourirte Blase mit glashellem Kernsaft und einem ovalen Kernkörperchen. Das Netzwerk macht ganz denselben Eindruck wie dasjenige von Pflanzenzellen und ist wahrscheinlich gleich diesem durch Protoplasmabewegung bedingt.

In den späteren Stadien fließen die Placentazellen zusammen und bilden einen kuchenförmigen Körper, welcher die Stelle des Placentadaches einnimmt (Fig. 12 *Plc*) und die Placenta von oben bedeckt.

Die Scheidewand der Placenta tritt schon in den jüngsten Fixationsstadien der Placenta auf. Wir haben oben erwähnt, dass dieselbe aus einem Haufen kleiner Zellen entsteht, welche während der Bildung der Placenta in diese eindringen. Der mittlere Theil dieses Haufens zeigt bald darauf sehr wesentliche Veränderungen, welche darin bestehen, dass die Zellen desselben sich verlängern und mit einander zusammenfließen. Im Stadium Fig. 10 ist schon die Scheidewand (*Plsw*) fertig. Sie besteht nun aus einer fein granulirten, aus Längsfäserchen zusammengesetzten Substanz, in welche Kerne eingestreut sind (Fig. 10 A *Plsw*). Nach der Zahl der Kerne kann man die Zahl der zusammengeflossenen Zellen bestimmen. Nach unten zu geht die Scheidewand in den Blutsinus über und verliert sich dort unter der Masse der Blutkörperchen, so dass man ihre untere Grenze nicht unterscheiden kann (Fig. 10 *Plsw*).

Wenn ich den inneren Zellenstrang der Placenta von Salpa bicaudata als Scheidewand der Placenta bezeichne, so geschieht es nur aus dem Grunde, weil er denselben Platz einnimmt, welcher für die Scheidewand der Placenta bei den übrigen Salpenarten charakteristisch ist. Ich halte aber diese beiden Arten von Scheidewänden nicht für einander homolog und zwar desswegen, weil sie ihrer Entstehung nach sehr verschieden sind. Die Scheidewand der bisher betrachteten Salpenarten geht aus dem Placentadache hervor, und hieran hat auch die Blutknospe einen Antheil. Bei Salpa bicaudata hingegen trennt sich in Folge der überhaupt abweichenden Entwicklung des Embryo die Blutknospe vom Embryo ziemlich früh ab und geht dann zu Grunde, ohne irgend welchen Antheil an der Bildung des Embryonalleibes oder der Placenta zu haben. Das Placentadach, welches sich unabhängig von der Blutknospe bildet, steht auch mit der Scheidewand in keinem Zusammenhange, indem diese ganz getrennt von ihm entsteht. Die Scheidewand der Salpa bicaudata unterscheidet sich also ihrer Entstehung nach

Digitized by Google

von den gleichnamigen Gebilden anderer Salpen und kann als den letzteren analog und nicht homolog betrachtet werden.

Die lateralen Theile des Zellenhaufens, dessen mittlerer Theil zur Bildung der Scheidewand dient, verwandeln sich, wie es scheint, in die Blutsinuse. Diese Veränderung fällt aber in die Periode der Vergrößerung der Placenta. Zur Zeit der Fixirung der Placenta bemerkt man noch unter den Placentazellen der Placentawand anliegend zwei Zellengruppen, die offenbar die Überreste des erwähnten Zellenhaufens darstellen. Dieselben verschwinden aber, nachdem die Fixirung vollendet ist und die Placenta zu wachsen anfängt. Bei Embryonen mit birnförmiger Placenta trifft man schon diese Zellengruppen nicht mehr, an ihrer Stelle jedoch, unter der Wand der Placenta, eine ziemlich reiche Verästelung der Blutsinuse, welche mit den Hauptsinusen der Placenta und des Genitalrohres communiciren. Weil diese Sinuse gerade an denselben Stellen liegen, wo die lateralen Zellenhaufen ihren Sitz hatten, und zweitens weil schon in der Periode der Fixirung Veränderungen in den lateralen Zellenhaufen auftraten, welche in einer Durchlöcherung derselben bestanden (Fig. 10 A *Bls*), so vermuthe ich, dass die lateralen Zellenhaufen das Material für die Blutsinuse abgeben und sich später in eine Anzahl verästelter Blutsinuse auflösen.

Das Wachsthum der Placenta, welches nach dem Fixationsprocess eintritt, geht in verschiedener Richtung vor sich. Zuerst bemerkt man eine ziemlich starke Verlängerung der Placenta, wobei sie eine elliptische Form bekommt (Fig. VI), dann wächst die Placenta in die Breite stärker aus. Das Wachsthum geht in dieser letzten Periode stärker im oberen Theile vor sich, wodurch die Placenta eine birnförmige Gestalt erhält. Bei ihrem allmählichen Wachsthum tritt sie mit dem Embryo aus dem Genitalrohr in die Athemhöhle. Die Ursachen dieses Übergangs liegen, wie es scheint, in dem Breitenwachsthum der Placenta, welches eine passive Contraction der Placentawände und die Ausstoßung des Embryo aus dem Genitalrohr bedingt.

Die Veränderungen in dem Bau, welche in dieser Entwicklungsperiode in der Placenta eintreten, zeichnen sich durch einen regressiven Charakter aus. Das Dach der Placenta verwandelt sich in ein protoplasmatisches Netz, in welchem die einzelnen Zellen nicht mehr zu unterscheiden sind. Das geschieht dadurch, dass die Zellen des Daches zusammenfließen und die Grenzen zwischen ihnen verschwinden. Die Scheidewand der Placenta erreicht auch nicht das obere Ende der Placenta und hört schon in der Mitte derselben auf. Es bleiben nur die Blutsinuse, welche aber zur Zeit des Heraustretens der Placenta eben-

Digitized by Google

falls zu obliteriren beginnen. Die Placenta tritt dann in die Periode der regressiven Metamorphose. In welcher Art sie sich aber vom Mutterleibe abtrennt, ist mir nachzuweisen nicht gelungen.

Bevor wir nach diesem kurzen Überblick der Entwicklung der Placenta zum Embryonaltheil übergehen, müssen wir den Incubationspfropf erwähnen, welcher in seiner Entwicklung in gewissem Verhältnis zur Entwicklung der Placenta steht. Wir haben gesehen, dass er ziemlich schnell in den ersten Entwicklungsstadien eine enorme Größe erreicht. Er übertrifft an Größe den Embryo nebst Placenta und ragt in Form einer großen Zellensäule in die Höhle des Genitalrohres hinein (Fig. 6, 7 und 9 *Incpf*). Die Stadien der Fixirung der Placenta müssen als die Zeit seiner höchsten Entwicklung betrachtet werden. In diesem Zustande bleibt er, bis die Placenta vollständig an die Wand der Bruthöhle angewachsen ist. Von da ab tritt eine regressive Entwicklung ein. Er trennt sich vom Embryonalleibe ab und fällt in das Genitalrohr. In den Stadien, wo der Embryo noch im Genitalrohre verbleibt, kann man noch immer in letzterem einen cylindrischen Zellenhaufen bemerken, welcher offenbar nichts Anderes als der Überrest des Incubationspfropfes ist. Er ist an manchen Stellen durchlöchert und dabei auch etwas kürzer geworden. In den späteren Stadien habe ich ihn nicht mehr angetroffen; wahrscheinlich ist er beim Vordringen des Embryo in die Athemhöhle ausgestoßen und dort auf irgend eine Weise verbraucht.

Die Geschichte der Metamorphose des Incubationspfropfes giebt uns einige Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Rolle, welche dieses sonderbare Organ in der Entwicklung spielt. Wir haben gesehen, 1) dass seine Entwicklung von der Zeit datirt, wo der Embryo resp. die Bildungsmasse aus dem Follikel in die Bruthöhle übergeht und 2) dass er die größte Entwicklung zur Zeit der Fixirung des Embryo erreicht. Wenn wir die Verhältnisse des Embryo zur Umgebung bei Salpa bicaudata mit denen der übrigen Salpenarten vergleichen, so können wir nicht umhin, zu bemerken, dass die Lagerung der Bildungsmasse vor dem Fixationsprocess bei S. bicaudata viel ungünstiger als bei den anderen Salpen ist. Der Embryo dieser Art hat noch keine Einrichtungen, welche ihn in der Bruthöhle zurückhalten können, während er bei den anderen Salpen durch den Epithelhügel, später durch die Faltenhülle an dem Ort seiner Entstehung gut fixirt ist. Diesem Mangel an Fixationseinrichtung wird nun durch den Incubationspfropf in sehr sicherer Weise abgeholfen. Er hält den Embryo an seinem Orte und schützt ihn vor verschiedenen schädlichen Einflüssen, welche von außen auf ihn einwirken könnten. Es ist aus dem Gesagten ganz klar, warum er in

Digitized by Google

den späteren Stadien verschwindet. Nachdem der Embryo durch seine Placenta an die Wand der Bruthöhle befestigt ist, bringt der Incubationspfropf ihm schon keinen Nutzen mehr, ja, stellt für ihn beim ferneren Wachsen eine unnütze Bürde dar. Der Incubationspfropf hat also seine Rolle ausgespielt, löst sich vom Embryo ab und schwimmt im Genitalrohr, bis er vollkommen aus ihm entfernt wird.

Gehen wir nun zum Embryonalleib über. Wir haben denselben in dem Stadium verlassen, wo er nur aus drei Keimblättern bestand und keine Organe außer der primitiven Darmhöhle besaß. Ectoderm und Entoderm bestehen bei diesen Embryonen aus je einer einzigen Zellenschicht; das Mesoderm stellt einen mehrschichtigen Zellhaufen dar. Die Verdickung des Mesoderms nimmt in den weiteren Stadien (Fig. 8 *Ms*) immer zu, bis es ein ansehnliches Lager von Zellen darbietet, nämlich aus 4—5 Zellenschichten besteht. Dieses Stadium ist das letzte, welches ich ohne Organanlagen angetroffen habe.

Im folgenden Stadium (Fig. 9) treten schon im Innern des Embryo und zwar an der Stelle des früheren Mesoderms zwei Blasen auf, von denen die eine die Anlage der Cloacalhöhle (Fig. 9 *Cl*), die andere diejenige des Nervensystems (Fig. 9 *N*) ist. Die Bildung dieser beiden Organe ist mir unbekannt geblieben. Der Embryo hat dabei Größe und Form des früheren Stadiums beibehalten und zeichnet sich sonst nur durch das Auftreten der erwähnten Organe aus. Die Anlage des Nervensystems, so wie diejenige der Cloacalhöhle, bestehen nur aus einer Zellenschicht, welche sich von den übrigen den Embryo zusammensetzenden Zellen gar nicht unterscheidet. Ihre Höhlen sind sehr klein. Der Zwischenraum zwischen den Organen ist von Mesodermzellen erfüllt. Im hinteren Theil des Embryo ist das Mesoderm gar nicht verändert und bildet einen großen Zellenhaufen, welcher die Anlage des Elaeoblastes und des Pericardiums darstellt (Fig. 9 *El* + *Pc*). Die Anlagen dieser beiden Organe sind gar nicht von einander getrennt. In der unteren Abtheilung des Mesoderms, welche unter der Darmhöhle liegt, trennen sich schon die Zellen von einander ab und nehmen eine verästelte oder spindelförmige Gestalt an.

Die weitere Differenzirung der Embryonalanlagen betrifft hauptsächlich den hinteren Mesodermhaufen, welcher in zwei Haufen zerfällt: einen kleineren inneren (Fig. 10A *Pc*), die Anlage des Pericardiums, und einen größeren, die Anlage des Elaeoblastes. Beide sind jetzt durch eine feine, jedoch ziemlich scharfe Contour von einander getrennt. In einem späteren Stadium (Fig. 11 *Pc* und *El*) bildet sich zwischen ihnen eine Höhle aus, welche sie vollkommen von einander

Digitized by Google

scheidet. Die Pericardiumanlage verwandelt sich dann in eine Blase, indem in ihr eine Höhle entsteht, die sich immer mehr und mehr erweitert.

Der zu beiden Seiten der primitiven Darmhöhle liegende Theil des Mesoderms (Fig. 12 *Ms*) stellt die Anlage der Muskelreifen und des Bindegewebes dar. Im Stadium Fig. 12 ist dieser mesodermale Umschlag der primitiven Darmhöhle in zwei Blätter gespalten (*Som* und *Spl*), von denen eines dem Ectoderm, das andere dem Entoderm anliegt. Die Spalte, welche diese Blätter zwischen sich lassen, kann wohl als Homologon der Leibeshöhle betrachtet werden. Wir haben eine ähnliche Höhle schon bei Salpa africana und anderen Salpenarten angetroffen.

Die definitive Entwicklung der Organe geht im Allgemeinen in derselben Weise wie bei den anderen Salpen vor sich, nur zeichnen sich Nervensystem und Elaeoblast durch einige Eigenthümlichkeiten aus.

Die Anlage des Nervenganglions zerfällt schon in einem ziemlich frühen Stadium in drei Blasen, wie es bei den anderen Salpen der Fall ist. Die obere Wand derselben verdickt sich dabei sehr stark und verbindet sich mit der Ectodermwand. Die Eigenthümlichkeit des Nervensystems von Salpa bicaudata besteht darin, dass die Theilung der Nervenblase sich nicht durch innere Furchen, wie bei anderen Salpen, sondern durch äußere vollzieht. Die Furchen greifen sehr stark in die Wand der Nervenblase ein und theilen dieselbe in die sehr stark angeschwollenen Blasen, welche den Blasen der Wirbelthiere in der That nicht unähnlich sind. Bei der allmählichen Verdickung der oberen Wand der Nervenblase werden die Furchen in dem verdickten Theile mehr ausgeglichen und erhalten sich nur noch am unteren Theile, wo sie auch nach dem Austritt des Embryo aus dem Genitalrohr noch unterschieden werden können.

Die Entwicklung der äußeren Form des Elaeoblastes haben wir schon früher betrachtet. Es wurde dabei bemerkt, dass dieses Organ an den Embryonalleib mittels eines Stieles befestigt ist. Der Elaeoblast ist in den ersten Stadien aus kleinen runden Zellen zusammengesetzt, welche denen der übrigen Theile des Mesoderms vollkommen ähnlich sind. In dem Stadium, wo er in Form eines kleinen Vorsprungs nach außen wächst (Fig. 13 *El*), bekommt er in seinem hinteren Theile eine Höhle, die ihn von der naheliegenden Pericardiumanlage abtrennt. Man kann sodann im Elaeoblast zwei Theile unterscheiden: der innere stellt eine mit verästelten Zellen erfüllte Höhle dar, der periphere besteht aus dicht gedrängten Zellen, welche sich in mehrere

Digitized by Google

Schichten lagern. Die Zellen dieses letzteren Theiles sind blasenförmig und spielen die Rolle von Stützzellen, welche dem Elaeoblast seine Form bewahren. Die Höhle des Elaeoblastes ist ein Blutsinus, welcher durch verästelte Zellen in Unterabtheilungen zerfällt.

Vergleicht man den Elaeoblast von Salpa bicaudata mit dem der anderen Salpenarten, so überzeugt man sich leicht davon, dass die Eigenthümlichkeiten, durch welche sich die erstere auszeichnet, auch bei den anderen Salpen, nur in schwächerer Entwicklung, angetroffen werden können. Die gestielte Form des Elaeoblastes trifft man auch bei Salpa fusiformis, nur mit dem Unterschiede, dass dort der Stiel nicht so dünn ist und desswegen Jenen nicht so scharf vom Körper abhebt. Die zwei Zellenarten kommen auch im Elaeoblast anderer Salpen vor, nur sind sie von einander nicht so scharf getrennt, wie bei Salpa bicaudata.

Die Entwicklung der Darmhöhlenderivate: des Darmcanals, der Bauchfalten etc. geht bei Salpa bicaudata in derselben Weise wie bei den anderen Salpen vor sich. Die primitive Darmhöhle der S. bicaudata bildet aber einen Fortsatz, welchen ich bei keiner anderen Salpenart beobachtet habe. Derselbe erscheint in Form eines trichterförmigen Rohres, welches in den Embryonalstiel (den Stiel, welcher den Embryonalleib mit der Placenta verbindet) hineingeht, nach unten sich verengt und blind geschlossen endet.

Die Entwicklung der anderen Organe weicht von der bei den übrigen Salpen so wenig ab, dass sie kaum hier besonders betrachtet zu werden braucht.

VI. Salpa democratica.

(Hierzu Taf. 27.)

Da bereits vier Species meinen ersten embryologischen Untersuchungen über Salpen vorgelegen, so will ich nun, um Wiederholungen zu vermeiden, die Embryologie der Salpa democratica nur in so weit betrachten, als dieselbe zum Vergleiche mit dem von mir an anderen Salpenarten beobachteten Entwicklungsvorgange dienen kann. Somit sollen hier bloß einige Entwicklungsstadien beschrieben werden; in allem Übrigen verweise ich dagegen auf meine frühere Publication[1].

---

[1] Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. 27.

Digitized by Google

In genanntem Aufsatz wurde dargethan, dass die Entwicklung der Salpa democratica in so mancher Beziehung von der der anderen Salpenarten abweicht. Die Unterschiede, welche sie darbietet, sind so bedeutend, dass eine abermalige Untersuchung die früher von mir gewonnenen Angaben wohl kaum hätte bestätigen können. Dennoch haben sich auch jetzt — in Bezug auf die meisten Entwicklungsvorgänge — mit der Schnittmethode die nämlichen Resultate erzielen lassen, welche bereits früher erörtert worden. So fand ich: 1) dass die Embryonen der Salpa democratica gänzlich der Faltenhülle entbehren; 2) dass die Rolle der Faltenhülle (im physiologischen Sinne) vom Epithelhügel (welcher in meiner erwähnten Abhandlung als schildförmige Verdickung der Athemhöhlenwand bezeichnet wurde) ausgefüllt wird; 3) dass die Placenta nicht aus dem Epithelhügel, sondern aus einem Theil des Follikels entsteht, welchem auch die Blutknospe entstammt. Dem zufolge stellt auch die Bildung einiger Organe im Vergleich zu der der anderen Salpenarten mannigfache Eigenthümlichkeiten dar. Da ich mir betreffs der Entwicklungsgeschichte der Salpa democratica in dem früheren Aufsatze hin und wieder einiger Ungenauigkeiten bewusst bin, so soll die vorliegende Arbeit jenen Mängeln berichtigend abhelfen. Indess will ich mich zumeist auf die hierher gehörigen Entwicklungsstadien beschränken.

Bevor ich zur Beschreibung der Schnitte übergehe, will ich zunächst die ersten Entwicklungserscheinungen in Kürze zusammenfassen. Die Eier der Salpa democratica haben anfangs eine so unbeträchtliche Größe, dass sie in den ersten Stadien mit bloßem Auge kaum wahrnehmbar sind, mithin auch nicht in Schnitte zerlegt werden können. Demnach müssen wir uns nur mit gefärbten und aufgehellten Präparaten behelfen, wie solche in meiner früheren Arbeit betrachtet und beschrieben wurden (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 27).

Damals habe ich gezeigt, dass das Ei, nachdem der Eistiel verkürzt ist, einen sackförmigen, aus zwei Theilen bestehenden Körper darstellt. Den oberen Theil habe ich als Brutsack, den unteren als Eikapsel bezeichnet. Diese letztere, welche in ihren Erstlingsstadien die Furchungskugel enthält, entspricht dem Follikel der übrigen Salpen, zeichnet sich indess vor dem letzteren dadurch aus, dass sie zumeist in die Anlage der Placenta übergeht.

Der Brutsack entspricht dem Oviducte anderer Salpen, unterscheidet sich aber ebenfalls von diesem dadurch, dass er sich an der Bildung des Embryo betheiligt, während der Oviduct der übrigen Salpenarten größtentheils verschwindet und in keinerlei Beziehung als Bildungs-

Digitized by Google

material auftritt. Während die Eikapsel sich stetig verkürzt, gehen die Furchungskugeln aus derselben in den Brutsack über. Mittlerweile wächst dieser unbehindert fort, weitet sich aus und spitzt sich conisch zu. Alle diese Erscheinungen sind in meiner früheren Arbeit (Fig. 7—11) dargestellt. Die letzten Stadien dieser Entwicklungsperiode erscheinen an Eiern in toto nicht deutlich genug, lassen sich indess an Schnitten mit ziemlicher Genauigkeit erforschen. Da ich mich bei meinen ersten Untersuchungen keiner Schnitte bediente, so ließ ich mich zur irrigen Annahme verleiten, als sei das Ei in diesem Stadium einzig aus Furchungskugeln zusammengesetzt. An den Schnitten zeigt es sich jedoch, dass die Structur des Eies eine andere ist.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt eines Eies in jenem Stadium, wo die Placenta sich eben angesetzt und der Embryonaltheil eine conische Gestalt angenommen hat. Es entspricht nämlich vollkommen dem auf Fig. 11 meiner ersten Arbeit abgebildeten Stadium: hier wie dort tritt uns ein größerer conischer Embryonaltheil (Fig. 1 *Emt*) entgegen, hier wie dort ein kleiner birnförmiger Anhang (Fig. I *Pl*), welcher im Einschnitte des Embryonaltheiles festsitzt und die Anlage der Placenta bildet. Der Embryonaltheil ist von außen mit einer aus abgeplatteten Zellen bestehenden Hülle umgeben, welche außerhalb des Embryo in die mütterliche Athemhöhlenwand übergeht und morphologisch dem Epithelhügel anderer Salpenarten entspricht[1] (Fig. 1 *Eph*).

Es war mir besonders wichtig zu entscheiden, ob auch bei Salpa democratica wie bei den übrigen Salpen in diesem Stadium zweierlei Elemente im Embryonaltheile (Blastomeren und Gonoblasten) unterschieden werden könnten.

Der vorliegende Längsschnitt lässt eine Lösung dieser Frage und zwar in positivem Sinne nicht zu. Die Hauptmasse des Embryonaltheils besteht aus polygonalen Zellen, welche denen des Brutsacks vollkommen ähnlich sind, und, analog den Zellen anderer Salpen, für Gonoblasten gelten können. An der Oberfläche des Embryonaltheils ist deutlich eine aus cylindrischen Zellen bestehende Zellenschicht unterscheidbar, welche in den unteren Theilen des Embryo mit der Gonoblastenmasse zusammenfließt. Ihrer Lage nach entspricht dieselbe vollkommen dem Brutsack resp. dem Oviducte und kann als Überrest des letzteren angesehen werden.

Im Centrum sowohl wie zum Theil auch an der Peripherie des

[1] In meiner ersten Arbeit wurde diese Hülle als »äußere Lamelle des Brutsacks« bezeichnet.

Digitized by Google

Embryonaltheils tritt eine Anzahl großer Zellen auf, in denen, der Analogie mit anderen Salpenarten gemäß, ohne Weiteres die Blastomeren zu erkennen sind. Fig. 1 zeigt uns zwei solche Zellen im Centrum des Embryo und eine an der Peripherie desselben. Fig. 1 A stellt den peripherischen Theil des Längsschnittes durch den nämlichen Embryo stärker vergrößert dar, um zu zeigen, dass Blastomeren auch an der Peripherie des Embryo vorhanden sind. Die Gesammtzahl der Blastomeren ist, wie sich aus einer Reihe von Schnitten ergiebt, ziemlich unbedeutend. Ihre Form ist kugelrund oder oval, und sie bestehen aus einer dicken Protoplasmaschicht und einem Kern, welcher das charakteristische Netz des Nucleoplasma einschließt.

Das Protoplasma der Blastomeren ist bei Salpa democratica im Gegensatz zu dem der anderen Salpen vollkommen homogen. Es ist bemerkenswerth, dass der bei allen anderen Salpen auftretende Protoplasmazerfall sich in den Blastomeren der Salpa democratica gar nicht hat nachweisen lassen. An Stelle desselben findet man im Protoplasma der Blastomeren feine runde Körperchen eingestreut, welche sich mit Carmin sehr intensiv färben. Über Ursprung und Bedeutung dieser Körperchen (Fig. 1 A *Dk*) ist vorläufig nichts Näheres ermittelt, und will ich dem Gesagten nur noch hinzufügen, dass man solche auch in den den Blastomeren benachbarten Gonoblasten antrifft. Anfangs liegen sie in der Nähe der Zellkerne, späterhin scheinen sie mit denselben verschmolzen zu sein (Fig. 2 A).

Die Anlage der Placenta (Fig. 1 *Pl*) hat die Gestalt eines birnförmigen Körpers, welcher nach innen mittels einer strangförmigen Wurzel im Centrum des Embryo mit der Embryonalzellenmasse zusammenhängt. Die Wurzel der Placenta besteht aus einer Anzahl großer blasser Zellen, welche dicht unterhalb der Blastomeren liegen und letzteren auch ziemlich ähnlich sind. Der untere Theil der Placenta besteht aus polygonalen gonoblastenähnlichen Zellen.

Das nächstfolgende Stadium (Fig. 2) weicht seiner Form nach wenig von dem eben betrachteten ab. Alles Interesse knüpft sich hier an die Blastomeren, welche auch in diesem Stadium vorhanden sind. Die innere Structur des Embryo bleibt auch so ziemlich dieselbe. Der Embryonaltheil besteht zumeist aus polygonalen Gonoblasten, zwischen denen die Blastomeren ziemlich spärlich eingestreut sind. Letztere behalten ihre bisherige Structur bei, zeichnen sich jedoch durch weit geringeren Umfang vor denen des eben betrachteten Stadiums aus. Diese Größenabnahme wird durch eine Verringerung des Protoplasma verursacht, während die Kerne in ihrer ursprünglichen Größe verharren.

Digitized by Google

Trotz dieser Volumenabnahme können dennoch die Blastomeren von den Gonoblasten ziemlich scharf unterschieden werden.

Der in den Gonoblasten auftretenden dunklen Körner ist bereits Erwähnung geschehen; nachträglich werde nur noch bemerkt, dass alle diese problematischen Körner von nun an in Verbindung mit Kernen der Gonoblasten angetroffen werden können. Dem zufolge erlangen die Kerne eine eigenthümliche, aus Fig. 2 A leicht ersichtliche Form.

In der Placenta stößt man auf äußerst unbedeutende Veränderungen; dieselbe hat an Größe zugenommen, breitet sich am unteren Theil des Embryo aus und besteht in ihrem oberen Theil aus einer feinkörnigen Substanz, welche offenbar aus den zusammengeflossenen Zellen entstanden ist. Die Anlage der Placenta liegt in dem Blutsinus, welcher als Überrest des ursprünglichen Blutsinus des Eies erscheint.

Das letzte Stadium, worin ich Blastomeren noch habe antreffen können (Fig. 3), stellt den Embryo dar, in welchem die Placenta eine bereits weit vorgeschrittenere Entwicklung erreicht, als solches bei den ersten Stadien der Fall gewesen. Der Zellenhaufen, welcher bisher die Anlage der Placenta vertreten, hat sich nunmehr zu einer viel complicirteren Gestalt herangebildet, an der fortan alle Theile der Placenta: Dach (*Pld*), Wände (*Plw*) und Blutknospe (*Blk*) leicht unterscheidbar werden. Das Dach bildet sich, wie bereits in meiner ersten Arbeit nachgewiesen wurde, nicht eigentlich aus der Placentaanlage, vielmehr aus den unteren Zellen des Embryonaltheiles, welche eine cylindrische Gestalt annehmen und sich als scheibenförmige Scheidewand zwischen dem Embryo selbst und der Placenta aufrichten. Diesem Theile des Embryo gegenüber bildet auch die Anlage der Placenta ihrerseits eine scheibenförmige Platte, welche dem Dache anliegt. Dieses krümmt sich nach außen und unten um und bildet somit die Anlage der Placentawände (*Plw*), welche sich dem unteren Theil des Epithelhügels ganz dicht anschließen. Der übrig bleibende Theil der Placentaanlage nimmt eine unregelmäßige Gestalt an; seine Zellen fliessen in einander und bilden verschieden gestaltete Querwände, die sich vom Mitteltheil aus nach allen Seiten verzweigen und in den Blutsinus hinausragen. Der untere Theil der Blutknospe liegt der Wand des Blutsinus dicht an; die Blutknospe selbst bildet im Blutsinus eine Scheidewand, welche die beiden Blutströme von einander trennt.

Im Embryonaltheil sind indess immer noch keine Organe angelegt. Man unterscheidet daselbst die Gonoblasten, zwischen denen noch Überreste von Blastomeren nachgewiesen werden können. Die Gonoblasten behalten ihre ursprüngliche Form bei und vermengen sich auch

Digitized by Google

mit den Zellen des Brutsacks dergestalt, dass dieser gar nicht mehr zu unterscheiden ist. Die Blastomeren hingegen sind so sehr verkümmert, dass man in ihnen kaum noch einen äußerst schmalen Protoplasmahof um den Kern sehen kann. Ihre Zahl bleibt ziemlich dieselbe wie in den früheren Stadien. Die Verkümmerung der Blastomeren, welche in den letztbetrachteten Stadien beginnt, schreitet in den weiteren Stadien stets weiter fort. In der unmittelbar folgenden Entwicklungsphase (Fig. 4) ist von den Blastomeren gar nichts mehr wahrzunehmen. Der Embryonaltheil besteht nun aus ziemlich gleichartigen polygonalen Zellen, zwischen denen man stellenweise größere Kerne eingesprengt findet, welche vermöge des charakteristischen Nucleoplasmanetzes sich als Überreste der Blastomerenkerne erweisen lassen.

Die Art und Weise, wie das Verschwinden der Blastomeren vor sich geht, ist sehr schwer zu bestimmen. Die ziemlich constante Anzahl, in welcher sie beim Embryo vorkommen, legt die Vermuthung nahe, dass ihr Verkümmern keinenfalls in Folge einer Theilung resp. Vermehrung zu Tage tritt. Auch habe ich niemals eine Spur von Theilung ihrer Kerne angetroffen. Desshalb bin ich auch bezüglich der Salpa democratica anzunehmen geneigt, dass die Verkümmerung der Blastomeren hier ebenfalls in der Resorption ihres Protoplasma durch die Gonoblasten ihren Grund hat.

Das Stadium Fig. 4, auf welches ich mich berufe, wird einzig wegen der Abwesenheit der Blastomeren angeführt. Sonst weicht es kaum in irgend welcher Hinsicht von dem bisher betrachteten ab (Fig. 3).

Damit bringe ich überhaupt die Beschreibung meiner Untersuchungen über die Entwicklung der Salpa democratica zum Abschluss. Die Schnitte aus späteren Stadien führten nur zur Bestätigung meiner bisherigen Angaben, so dass ich lediglich Alles vor sechs Jahren hierüber Gesagte zu wiederholen hätte.

Mittels dieser kurzen Bemerkungen hoffe ich jedenfalls bewiesen zu haben, dass die Entwicklung der Salpa democratica in Bezug auf die Embryonalelemente keine besonderen Abweichungen von anderen Salpenarten aufweist, dass man hier ebenfalls Blastomeren und Gonoblasten antrifft, von denen die letzteren eine Hauptrolle in der Entwicklung spielen, während die ersteren schon vor dem Erscheinen der Organanlagen zu Grunde gehen.

Schließlich noch Einiges über eine Fortpflanzungserscheinung der Salpen, welche ich leider zu spät bemerkt und desshalb nicht vollständig studirt habe. Die Kettensalpe producirt bekanntlich nur einen

Digitized by Google

einzigen Embryo, zu dessen Entwicklung das ganze Ei, resp. der ganze Eierstock, nebst dem anliegenden Theile des mütterlichen Körpers verbraucht wird. Es fragt sich nun: bleibt dann die Mutter steril, oder kann sie einen neuen Eierstock produciren, welcher wiederum als Baumaterial für einen neuen Embryo dienen könnte? Die Litteratur vermochte mir hierüber keine Aufschlüsse zu geben, wenn schon die Frage sich ganz positiv entscheiden lässt, wozu die Salpa democratica, ihrer geringen Größe halber, als sehr bequemes Untersuchungsobject dienen kann.

Es ist bekannt, dass die Bildung des Embryo bei den Salpen mit dem Wachsthum des mütterlichen Körpers Hand in Hand geht. Die Übereinstimmung zwischen der Größe des Mutterleibes und dem Entwicklungsstadium des Embryo ist so constant, dass bei einiger Übung sich mit Sicherheit voraussagen lässt, in welchem Stadium der Embryo in einer Kettensalpe von gegebener Größe angetroffen werden wird.

Bei meinen Untersuchungen über die Entwicklung der Salpa democratica bemerkte ich bereits, dass diese Übereinstimmung nur bis zu einem gewissen Grade gültig ist. Bei einigen Salpen, deren Größe durchaus einen ganz entwickelten Embryo voraussetzen ließ, stieß ich trotzdem entweder auf einen Embryo in den ersten Entwicklungsstadien oder auf ein reifes Ei. Da die reifen Eier nur bei jungen Kettensalpen angetroffen werden können, so habe ich sofort Lage wie Bau solcher Eier einer genaueren Untersuchung unterworfen. Es stellte sich heraus, 1) dass bei solchen Salpen außerhalb des Eies immer noch die Überreste des Embryo in Form der mütterlichen Placenta vorhanden waren, und 2) dass das Ei genau in der Mitte dieses Überrestes eingebettet lag. Daraus folgerte ich — hoffentlich nicht mit Unrecht — dass die Salpen, sobald sie den Embryo ausgestoßen haben, einen neuen Eierstock zu produciren im Stande sind. Die Art und Weise, wie die Entwicklung dieser secundären Eierstöcke vor sich geht, ist mir leider unbekannt geblieben, da mir das Material für etwaige Untersuchungen gefehlt hat. Dennoch hoffe ich, und weise auch desshalb ausdrücklich darauf hin, dass die späteren Beobachter auf diesem Gebiete ihr Augenmerk dieser interessanten Erscheinung zuwenden und sicherlich erfolgreicher sein werden als ich.

Digitized by Google

VII. Schlussbetrachtungen.

1. Die Entwicklungsdifferenzen zwischen den verschiedenen Salpenspecies.

Aus dem in den vorhergehenden Capiteln angesammelten Material an Thatsachen lässt sich bereits ersehen, wie mannigfaltig die Entwicklung des Embryo bei den verschiedenen Salpenarten vor sich geht. Es giebt kaum irgend eine Thiergruppe, wo die verschiedenen Species so enorme Unterschiede in ihrer Entwicklung aufwiesen, wie dies bei Salpen der Fall ist. Vergleicht man nur die Entwicklung der S. pinnata mit der von S. democratica oder S. bicaudata, so überzeugt man sich sofort davon, dass diese Unterschiede nicht etwa die Form der Vorgänge allein betreffen, sondern weit tiefer in die Organisation des Embryo sowohl wie den Entwicklungsplan eingreifen. Bei S. pinnata bildet sich die äußere Haut aus dem Epithelhügel, während Dieser bei S. democratica eine durchaus untergeordnete Rolle spielt und keineswegs an der Bildung der Organe Theil nimmt. Das Ectoderm resp. die äußere Haut der S. democratica bildet sich auf Kosten des Brutsacks, welcher aus dem Oviducte seinen Ursprung nimmt. Vermuthlich ist es der Brutsack, welcher bei S. democratica die Gonoblasten producirt, wie dies der Follikel anderer Salpenarten thut, was sich aus dem Vorkommen — in den ersten Stadien bereits — von zweierlei, den Gonoblasten und Blastomeren entsprechenden Elementen schließen lässt. Da die Blastomeren der Wand des Brutsacks sehr dicht anliegen, so liegt die Vermuthung nahe, dieselben seien wenigstens theilweise von den Zellen des Brutsacks selbst erzeugt. Ich sage theilweise, da sich an der Bildung der Gonoblasten, abgesehen vom Brutsack, auch der Follikel zweifelsohne betheiligt. Dafür sprechen meine früheren Untersuchungen der Entwicklung von S. democratica, bei der ich schon damals Gonoblasten beobachtet habé, ohne indess ihren Werth genügend zu würdigen. Ob aber nun die Gonoblasten aus dem Brutsack oder aus dem Follikel entstehen, ist von geringem Belang. Wichtig ist, dass der provisorischen Bedeutung des Epithelhügels zufolge das Entstehen von Ectoderm-, Mesoderm- und Entodermkeimen bei S. pinnata durchaus anders als bei S. democratica verläuft. Bei dieser Letzteren entstammen alle genannten Theile den Gonoblasten und Wandungen des Brutsacks — resp. des Oviductes, während bei S. pinnata die Gonoblasten bloß an der Bildung der Mesoderm- und der Entodermkeime Theil

Digitized by Google

haben, der Ectodermkeim hingegen aus dem Epithelhügel resp. aus einem Theile der mütterlichen Athemhöhlenwand entsteht.

Die passive Rolle des Epithelhügels und das Verschwinden desselben bei S. democratica ist von besonderem Werth nicht nur in Bezug auf die Entwicklung des Embryonalleibes, sondern auch weil sie auf die Art der Placentaentstehung großen Einfluss übt. Während bei S. pinnata die Placenta aus dem unteren Theile des Epithelhügels hervorgeht, muss man bei S. democratica — schon a priori — einer anderen Entstehungsweise gewärtig sein, da hier der Epithelhügel keineswegs einen Theil des Embryo bildet. In der That erscheint hier die Anlage der Placenta in Form eines soliden Zellenhaufens, welcher seiner Lage nach eher der Blutknospe von S. pinnata als deren Placentaanlage entspricht. Aus diesem Zellenhaufen nun bilden sich bei S. democratica sämmtliche Theile der Placenta, welche bei S. pinnata anderweitigen Ursprungs sind. Aus dem centralen Theil derselben bildet sich nämlich die Blutknospe, aus den peripheren Theilen die Wände der Placenta, so dass bloß der obere Theil dieser letzteren — das Placentadach — übrig bleibt, welches aus dem Embryonaltheil seinen Ursprung nimmt. Die unteren Zellen des Embryonaltheils bilden nämlich eine Zellenplatte, welche dem Placentakeim anliegt und das Dach der Placenta bildet.

Bisher ist bloß die passive Rolle des Epithelhügels als constatirte Thatsache angenommen worden, ohne Rücksicht auf die Frage: wodurch hier die Unthätigkeit dieses bei S. pinnata so wesentlichen Theiles bedingt wird? Meiner Meinung nach kann diese Frage in einer Eigenthümlichkeit der Entwicklung von S. democratica, und zwar in dem Ausbleiben der Faltenhülle, ihre Erklärung finden. Die Faltenhülle bildet eine Art Schutzwehr, um den Embryo, welcher bei stetem Wachsthum immer tiefer und tiefer in die Athemhöhle hineindringt, vor dem Wasserstrome derselben und den ihm eigenen fremden Körpern zu schützen. Dadurch lässt sich auch die Thatsache erklären, dass die Faltenhülle in einem so frühen Entwicklungsstadium entsteht. Kommt einmal diese Schutzvorkehrung nicht zu Stande, so müssen sicherlich anderweitige Anpassungsvorgänge zum Ersatz derselben entstehen. Solche finden wir auch bei S. democratica in dem Epithelhügel vor, welcher die Rolle der Faltenhülle übernimmt und die Bedeckung des Embryo bildet. Kommt aber auch der Epithelhügel bei der Entwicklung nicht zuwege, so sind es andere Vorkehrungen, die den Embryo bedecken. So treffen wir z. B. bei S. bicaudata, welche des Epithelhügels, wenigstens in solcher Gestalt wie bei S. pinnata und S. demo-

Digitized by Google

cratica entbehrt, eine andere Art Schutzvorrichtung in Form eines Incubationspfropfes an. Letzterer umhüllt den Embryo und sichert ihn vor etwaigen durch die mütterliche Athemhöhle oder den Athemhöhlenfortsatz vorkommenden Störungen.

Alle genannten, auf den ersten Blick scheinbar so verschiedenen Gebilde, als: Faltenhülle, Epithelhügel und Incubationspfropf, spielen dennoch eine übereinstimmende Rolle und stellen analoge Bildungen dar. Dafür spricht auch der Umstand, dass die Periode ihres Entstehens und Vergehens völlig übereinstimmt. Sie treten stets in den frühesten Entwicklungsstadien auf, und zwar bilden sie sich um die Zeit, wo die Placenta noch nicht völlig entwickelt und die feste Verbindung des Embryo mit dem Mutterleibe noch nicht vollständig hergestellt ist. Um diese Zeit ist der Embryo jener Vorrichtungen am meisten bedürftig, welche ihn im Mutterleibe festbannen. Kaum ist er aber der Athemhöhlenwand der Mutter angeheftet und keines Schutzes zum Festhalten bedürftig, so gehen diese Gebilde — auf dem einen oder anderen Wege — zu Grunde. Die Faltenhülle der S. pinnata streift sich vom Embryonalleib herunter; eben so der Epithelhügel der S. democratica. Der Incubationspfropf reißt sich vom Embryo los und wird durch den Athemhöhlenfortsatz in die Athemhöhle fortgestoßen.

Lassen wir nun die S. democratica bei Seite und treten wir an einen Vergleich der Entwicklung von S. bicaudata und S. pinnata heran, so stoßen wir auf noch wichtigere Differenzen. Bei S. bicaudata geht nicht nur der Epithelhügel, sondern auch der Follikel zu Grunde. Es bildet sich daselbst keine Faltenhülle und sind die Beziehungen des Eies zu den Organen des Mutterleibes von denen der anderen Salpenarten so sehr verschieden, dass wir nothgedrungen bei der Betrachtung des Eies dieser Salpenart etwas verweilen müssen, wofern eine Homologie verschiedener Theile desselben mit denen der übrigen Salpenarten näher bestimmt werden soll.

Wir haben bereits gesehen, dass das Ei resp. der mit Gonoblasten und Blastomeren erfüllte Follikel in der Spitze des sogenannten Embryonalfortsatzes liegt und sich in den geräumigen Brutsack öffnet, welcher fernerhin zum Hauptschauplatz der embryonalen Entwicklung wird. Dieser Embryonalfortsatz tritt bei keiner der von mir untersuchten Salpenarten auf; nichtsdestoweniger können wir ihn als eine Verlängerung der Wand des Mutterleibes betrachten, welche sämmtliche drei Schichten der Wand: Cellulosehaut, Bindegewebe und Athemhöhlenwand einbegreift. Eigentlich nimmt keiner dieser Theile an der Entwicklung des Embryo besonderen Antheil, und wird wahrscheinlich

Digitized by Google

der Incubationspfropf als besondere, der S. bicaudata allein eigene Schutzvorkehrung betrachtet werden müssen.

Weit wichtiger sind Form und Lagerungsverhältnisse des Eies selbst, welche auf den ersten Blick so bedeutend von den bekannten Verhältnissen abzuweichen scheinen. Man thut am besten bei der Vergleichung den Follikel als Ausgangspunkt zu wählen. Derselbe setzt sich nach vorn in die Bruthöhle resp. den Brutsack fort, dessen Mündung durch zwei lippenförmige Falten begrenzt wird. Letztere habe ich als Incubationsfalten bezeichnet (Taf. 25, Fig. 2 *Incf*) und habe angegeben, dass sie mit ihrer Spitze nach der Spitze des Embryonalfortsatzes gerichtet sind. Die Incubationsfalten sowohl wie der Brutsack

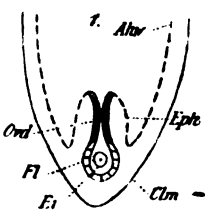


Fig. 1. Schematisches Bild des Eies von Salpa bicaudata. *Ahw*, Athemhöhlenwand des Mutterleibes; *Fl*, Follikel; *Ovd*, Oviduct; *Eph*, Epithelhügel; *Ei*, Ei; *Clm*, Cellulosemantel.

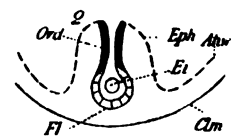


Fig. 2. Schematisches Bild des Eies von Salpa pinnata. *Ovd*, Oviduct; *Eph*, Epithelhügel; *Fl*, Follikelwand; *Ahw*, Athemhöhlenwand; *Ei*, Ei; *Clm*, Cellulosemantel.

sind nur in den ersten Entwicklungsstadien vorhanden und gehen dann allmählich sämmtlich zu Grunde. Hierin stimmen sie gewissermaßen mit den provisorischen Gebilden anderer Salpenarten überein. Diese Übereinstimmung ist um so durchgreifender, als sie sich nicht allein auf die Analogie beiderlei Gebilde beschränkt, vielmehr eine Homologie darin erkennen lässt.

Vergleicht man die beiden angeführten Schemen des Eies von S. bicaudata und von S. pinnata, so lässt sich das eigenthümlich gebaute Ei der Ersteren ziemlich leicht auf den einfachen Bau der S. pinnata zurückführen. In beiden Fällen sieht man den Follikel sich zu einem in die Athemhöhle ausmündenden Rohr verlängern. Es liegt indess bei S. bicaudata diese Ausmündung nicht auf der Athemhöhlenwand selbst, sondern auf dem Athemhöhlenfortsatz, welcher in den Embryonalfortsatz verläuft. Das genannte Rohr (*Ovd*) der S. pinnata stellt nun den Oviduct dar; dieselbe Bedeutung müssen wir auch dem Rohr der S. bicaudata beimessen, welches als Brutsack angegeben worden. Bei S. pinnata gleich wie bei anderen ihr ähnlichen Salpenarten (S. africana, S. punctata und S. fusiformis) verschwindet dieses Rohr mit der Zeit, während es bei S. bicaudata fortbesteht und eine Art Bruthöhle bildet,

Digitized by Google

innerhalb welcher der Embryo bis zur völligen Entwicklung verbleibt. Ähnliche Verhältnisse weist nun auch der Oviduct bei S. democratica auf, wo er ebenfalls persistirt und die Gonoblasten resp. auch die Blastomeren besetzt. Desshalb will ich für diese Bildung der S. democratica die bisherige Benennung »Brutsack« beibehalten, obgleich das fernere Schicksal dieser beiden Gebilde bei S. democratica und S. bicaudata einige Verschiedenheiten aufweist. Bei S. bicaudata spielt dieser Theil eigentlich keine besondere Rolle beim Entwicklungsverlauf und alle Thätigkeit desselben beschränkt sich höchstens auf Bildung der Zellen des Incubationspfropfes, während er bei S. democratica mit den Embryonalzellen (Gonoblasten und Blastomeren) sich verbindet und an der Bildung des Embryo participirt.

Sind wir einmal zur Ansicht gekommen, dass die Bruthöhle resp. der Brutsack der S. bicaudata nichts Anderes als ein Überbleibsel des Oviductes darstelle, so wird es ein Leichtes, die Rolle der Incubationsfalten zu bestimmen. Wir sehen, dass dieselben die Faltungen der Athemhöhle resp. des Athemhöhlenfortsatzes repräsentiren. Das innere Blatt dieser Falte (Holzschn. 2 *Eph*) bildet eine Art Hügel, in dessen Spitze der Oviduct (Brutsack) ausmündet. Das Verhalten dieses Blattes zum Oviduct ist dem des Epithelhügels zum Oviduct der S. pinnata vollkommen gleich, wesshalb wir es von Rechts wegen für ein Homologon des Epithelhügels halten dürfen.

Nachdem wir die Homologien zwischen den verschiedenen Theilen des Eies bei den von uns untersuchten Salpenspecies aufgestellt, können wir zur Entwicklung des Embryonalleibes übergehen. Die Unterschiede, wie sie in dieser Beziehung von verschiedenen Salpenarten dargeboten werden, lassen sich theils auf Ausbildung oder Abwesenheit einiger Bildungen (Faltenhülle) zurückführen, theils hangen sie von der Thätigkeit verschiedener Bestandtheile des Eies bei der Entwicklung des Embryo ab. Bei einigen Salpenarten bilden sich während der Entwicklung die Faltungen der Athemhöhlenwand, welche wir als Faltenhülle bezeichnet haben, bei anderen hingegen treten dieselben in keiner Entwicklungsperiode auf. Auf dies Merkmal hin können wir die sechs von uns untersuchten Salpenarten in zwei Gruppen eintheilen. Zu der einen gehören: Salpa pinnata, S. africana, S. fusiformis und S. punctata. Ich schlage vor, diese Gruppe mit dem Namen *Salpae thecogonae* zu bezeichnen. Die anderen der Faltenhülle entbehrenden Salpen, welche bis jetzt nur durch die beiden Species: S. democratica und S. bicaudata vertreten werden, können wir *Salpae gymnogonae* nennen. Das Vorhandensein oder Fehlen der Faltenhülle bewirkt Unterschiede,

Digitized by Google

welche ihrerseits manche Verschiedenheiten im Bau des Embryo und in der Entwicklung seiner Organe bedingen, was zumeist im Laufe der Beschreibung bereits erörtert worden. Es bleibt uns nur übrig, für die Charakteristik der genannten Gruppen deren Hauptmerkmale, so weit sie in der Entwicklung des Embryo selbst hervortreten, zusammenzustellen. Die drei beifolgenden Holzschnitte erläutern uns die Unter-

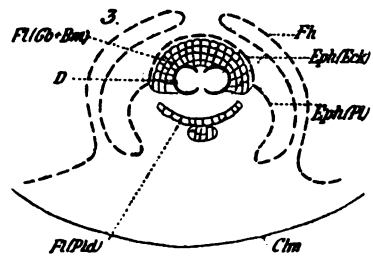


Fig. 3. Schematischer Durchschnitt durch den Embryo von Salpa pinnata.

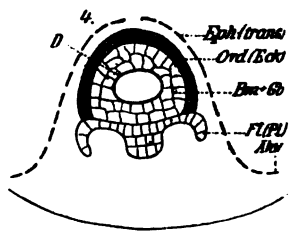


Fig. 4. Schematischer Durchschnitt durch den Embryo von Salpa democratica.

Erklärung der Buchstaben s. im Text.

schiede zwischen den genannten Salpengruppen. Besseren Verständnisses halber sind die verschiedenen Theile des Embryo mit denen der Holzschn. 1 und 2 übereinstimmend dargestellt. Die Faltenhülle und die mütterliche Athemhöhlenwand sind durch unterbrochene Linien bezeichnet, die Derivation des Oviductes erscheint in einer schraffirten, die des Follikels in zellenförmiger Zeichnung. Bei jeder Figur sieht man die

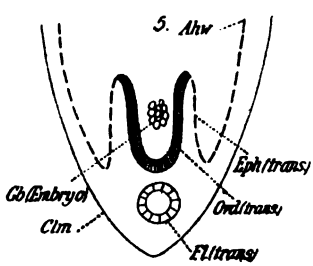


Fig. 5. Schematischer Durchschnitt durch den Embryo von S. bicaudata.
Erklärung der Buchstaben s. im Text.

Derivation der verschiedenen Eitheile durch zweierlei Buchstaben angegeben. Diejenigen Theile des Eies, welche späterhin zu Grunde gehen, also transitorische Bedeutung haben, sind mit der Abbreviation *trans.* bezeichnet. Folgende Tabelle kann zur Erläuterung der Holzschnitte sowohl wie zur Charakteristik der Salpengruppen dienen:

Digitized by Google

A. 1. Die Faltenhülle *Fh* ist vorhanden.
2. Der Epithelhügel verwandelt sich in den Ectodermkeim *Eph* (*Eck*) und in die Anlage der Placenta, Placentawand *Eph* (*Pl*), Membrana placentalis.
3. Der Follikel *Fl* nebst Gonoblasten und Blastomeren *Gb* + *Bm* bildet den Mesodermkeim, die primitive Darmhöhle *D*, das Nervensystem, die Pericardialhöhle, das Dach der Placenta *Fl* (*Pld*) und die Blutknospe.
4. Der Oviduct *Ovd* ist transitorisch.

} *Thecogonae.* (S. pinnata, S. africana, S. punctata, S. fusiformis.)

B. 1. Die Faltenhülle *Fh* fehlt.
2. Der Epithelhügel, Fig. 4 und 5 *Eph* (*trans.*), ist transitorisch und spielt physiologisch die Rolle der Faltenhülle (S. democratica).
3. Der Follikel bildet die Anlage der Placenta: S. democratica, Fig. 4 *Fl* (*Pl*); oder ist transitorisch: S. bicaudata, Fig. 5 *Fl* (*trans.*).
4. Der Oviduct dauert fort; entweder betheiligt er sich an der Bildung des Embryo: S. democratica, Fig. 4 *Ovd* (*Eck*), oder er dient als Bruthöhle: S. bicaudata, Fig. 5 *Ovd* (*trans.*). In diesem Falle ist er transitorisch.

} *Gymnogonae.* (S. democratica und bicaudata.)

Die zweite Salpengruppe überbietet die erstere an Mannigfaltigkeit, wenn schon sie nur aus zwei Species besteht. Die Abweichungen dieser beiden von einander sind sicherlich so bedeutend, dass sie sich mit Fug und Recht als zwei besondere aufstellen ließen, einigte sie nicht so innig das Wegbleiben der Faltenhülle, die untergeordnete Rolle des Epithelhügels und andere übereinstimmende Merkmale.

Es fragt sich nun: welche dieser beiden Gruppen soll als die primitive gelten? Die Antwort ist schwierig. Beim Vergleich der beiden Gruppen stellt sich sofort heraus, dass die eine derselben, nämlich die erstere, weit complicirtere Entwicklungsverhältnisse aufweist als die andere. Beständen die Unterschiede der beiden Gruppen in einer bloß verhältnismäßigen Complication, so ließe sich die Entwicklung derjenigen Salpen, welche sich durch einen einfacheren Typus auszeichnen, schlechtweg für eine Reducirung der ersteren ansehen. Es kommen indess einige andere Eigenthümlichkeiten dazu, welche in einer größeren

Digitized by Google

oder geringeren Betheiligung seitens verschiedener Eierstocktheile bestehen. Bei den thecogonen Salpen participirt z. B. an der Bildung des Embryo der Epithelhügel, welcher bei den Gymnogonen vollständig verschwindet u. A. m. Da sich bei keiner anderen Thiergruppe die Betheiligung eines accessorischen Theiles des Eierstocks in dem Grade antreffen lässt, wie sie bei Salpen auftritt, und wir jedenfalls die Salpenentwicklung, so eigenthümlich uns solche auch erscheinen mag, von der allgemeinen geschlechtlichen Entwicklung abzuleiten haben, so wird es zunächst nothwendig, die Entwicklung der Salpen den allgemeinen Entwicklungserscheinungen anderer Daseinsformen gegenüber zu stellen.

2. Vergleich der Entwicklung der Salpen mit derjenigen anderer Thiere.

Die Eigenthümlichkeiten der Salpenentwicklung sind so bedeutend und so sehr von allen bei anderen Thieren bekannten verschieden, dass wir beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse kaum erwarten dürfen, eine Erklärung derselben zu finden, ja auch nur die Entwicklung der Salpen auf das bekannte Entwicklungsschema zurückzuführen. Ohne allgemeine Folgerungen aus den vorgeführten Thatsachen ziehen zu wollen, beschränke ich mich kurzweg auf den Hinweis auf andere Thiere, welche meiner Meinung nach analoge Erscheinungen mit denjenigen der Salpen darbieten.

Bei sämmtlichen von mir untersuchten Salpenarten zeichnen sich die ersten Entwicklungsstadien fast gar nicht vor denen der übrigen Thiere aus. Die Entwicklung beginnt auch hier mit der Bildung der Richtungsbläschen und mit Dotterfurchung, deren Anfangsstadien ganz regelrecht verlaufen. Bei S. africana nach der zweiten, bei den übrigen Salpen nach der vierten Theilung fängt die Proliferation des Follikelepithels an, dessen Zellen in die Follikelhöhle hineinwachsen und die Furchungskugeln umhüllen. Von da an geht die Proliferation der Follikelzellen — resp. der Gonoblasten — weit schneller als die Theilung der Furchungskugeln vor sich; Erstere umhüllen die Letzteren und stellen den Haupttheil des Baumaterials dar. Aus den Gonoblasten werden sämmtliche Organe des Embryonalleibes aufgebaut, während die Furchungskugeln (Blastomeren) immer mehr und mehr in den Hintergrund treten und wohl kaum irgend eine Rolle bei der Bildung der Organe spielen. Die Entwicklung beginnt somit nach dem allgemeinen

Digitized by Google

Typus der geschlechtlichen Fortpflanzung, geht aber alsbald in die ungeschlechtliche über. Da die Bildung des Embryo hier hauptsächlich von dem Follikelepithel d. h. von den nicht befruchteten Elementen ausgeht und in mancher Beziehung an die ungeschlechtliche Vermehrung und zwar an die Knospung erinnert, so habe ich diese Fortpflanzungsart mit dem Namen folliculäre Knospung bezeichnet[1].

Die Haupterscheinungen der folliculären Knospung, welche mich zu dieser Benennung bewogen, bestehen in der Vermehrung der Follikelzellen und ihrer Betheiligung an der Bildung des Embryo.

Was zunächst die Vermehrung der Follikelzellen betrifft, so haben die Untersuchungen verschiedener Forscher neuerdings dargethan, dass diese Erscheinung bei den Salpen keineswegs isolirt dasteht, vielmehr im Thierreich bedeutend verbreitet ist. Dieser Vorgang findet zumeist bei den noch jungen Eierstockseiern statt und wurde überall als ein die Dotterfurchung befördernder Process betrachtet. Nichtsdestoweniger hat es Fälle gegeben, wo die Vermehrung der Follikelzellen auch viel verspäteter zum Vorschein kam. Aus den bisher bekannten Thatsachen über die Proliferation der Follikelzellen lässt sich eine zusammenhangende Reihe bilden, woraus sich der Beweis ergiebt, dass die Proliferation der Follikelzellen von der Bildung des Eierstockes an bis in die späteren Furchungsstadien möglich ist.

Als eclatantes Beispiel der Proliferation der Follikelzellen im Eierstocksei können uns die Eier der Cephalopoden dienen[2], woselbst der Follikel (»inner capsular membran« R. L.) faltenförmig in das Ei hineindringt und an die Bildung des Nahrungsdotters geht.

Neuere Untersuchungen über die Entwicklung des Säugethiereies erweisen, dass die Bildung des Nahrungsdotters hier mit der der Cephalopoden übereinstimmt, wennschon daselbst keine Faltung des Follikels vorkommt.

Die mannigfaltigsten Erscheinungen dieser Art bieten die Follikel der Tunicaten dar, wo wir die proliferirten Follikelzellen eben so gut in den Eierstockseiern wie im gefurchten Ei antreffen können. Den einfachsten und somit auch den gewöhnlichsten Fall der Proliferation sehen wir bei den einfachen Ascidien in Form der sogenannten Testazellen. Die meisten Beobachter, welche diese Gebilde bei Tunicateneiern untersucht haben, stimmen darin überein, dass dieselben den

[1] Zoolog. Anzeiger. Bd. IV.

[2] Ray Lankester, Contributions to the developmental History of the Mollusks.

Digitized by Google

Follikelzellen durch Proliferation derselben entstammen. Diese kommt nach KOWALEVSKY[1] zur Zeit der Eireife vollständig zum Abschluss. Es bildet sich dadurch eine Zellenschicht, welche das Ei umhüllt und die Testazellenschicht darstellt. Den nämlichen Process treffen wir bei Doliolum[2], wo aber die Zellen des inneren Follikelepithels, d. h. die vom Follikel abgetrennten Zellen, niemals eine Schicht bilden, sondern ins Innere des Dotters hineindringen und vermuthlich zur Bildung des Nahrungsdotters dienen.

Bei Clavellina lepadiformis, deren Eibildung neuerdings von SEELIGER[3] sehr gründlich untersucht worden, bilden sich die Testazellen gleich wie die Zellen des Follikels aus einer und derselben Grundlage, nämlich aus Mesodermzellen, welche die Eizelle umgeben. Die Vermehrung der Follikelzellen scheint hier viel länger zu dauern als in den beiden letztcitirten Fällen. Auch bildet sich hier keine regelmäßige Testazellenschicht, indem die Follikelzellen ins Innere des Eies hineindringen, um daselbst die Bildung des Dotters zu befördern.

Die von KOWALEVSKY[4] bei Pyrosomen entdeckte Fortpflanzung der Follikelzellen und Bildung des »inneren Follikelepithels«, wie er diese Abkömmlinge des Follikelepithels nennt, steht den bei Salpen hervorgehobenen Vorgängen viel näher als alle bisher erwähnten Erscheinungen. Bei den Pyrosomen beginnt die Vermehrung der Follikelzellen schon beim unreifen Ei; die Abkömmlinge der Follikelzellen treten bei reifen Eiern zu kleineren oder größeren Gruppen zusammen und nehmen zwischen Follikelepithel und Dotter dieselbe Lage wie die Testazellen der Ascidien an, mit denen KOWALEVSKY sie ganz richtig vergleicht. Das fernere Schicksal des Follikelepithels ist indess von dem der Testazellen verschieden. Während die Letzteren wahrscheinlich zur Bildung des Nahrungsdotters dienen, bleiben die Zellen des inneren Follikelepithels bis zu einer sehr vorgerückten Zeit der Entwicklung da und werden — nach KOWALEVSKY — von der Keimscheibe umwachsen und als Nährmittel oder Blutkörperchen verbraucht. Dieser letztere Satz scheint mir indess von KOWALEVSKY nicht recht streng

---

[1] KOWALEVSKY, Weitere Studien über die Entwicklung d. einfachen Ascidien. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. VII.

[2] ULIANIN, Über die Entwicklung und Fortpflanzung des Doliolums. 1882. (Russisch.)

[3] SEELIGER, Zur Entwicklung der Ascidien. Sitzb. d. k. Academie d. Wiss. zu Wien. Mai-Heft 1882.

[4] KOWALEVSKY, Über die Entwicklungsgeschichte der Pyrosoma. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. XI.

Digitized by Google

bewiesen zu sein. Die Abbildungen lassen auf eine solche Verwandlung der Zellen des inneren Follikels nicht schließen. Namentlich ist dort das Schicksal der um die Keimscheibe liegenden Zellen nicht vollkommen klar und es wäre höchst wünschenswerth, diese Erscheinung bei den Pyrosomen einer abermaligen Untersuchung zu unterwerfen. Es ließe sich dabei möglicherweise die Rolle dieser interessanten Zellen etwas näher bestimmen.

Obgleich die eben hervorgehobenen Erscheinungen aus der Entwicklungsgeschichte verschiedener Thiere den morphologischen Werth der Bildungszellen der Salpen — der Gonoblasten — erklären und sie als Homologa der Testazellen und der Zellen des inneren Follikelepithels erweisen, so steht dennoch die Entwicklungsgeschichte der Salpen von der der anderen Tunicaten und auch von der anderer Thiere vollkommen isolirt da. Während bei den übrigen Thieren die Zellen des Follikelepithels bloß die Bedeutung von Nährmaterial haben, ohne irgend Bildungswerth zu besitzen, spielen die Gonoblasten der Salpen eine Hauptrolle bei der Entwicklung und unterdrücken die Blastomeren gänzlich. Leider lässt sich nicht sagen, in welcher Weise solch ein Umschlag von Werth und Bedeutung zwischen befruchteten (Blastomeren) und unbefruchteten (Gonoblasten) Elementen entstehen konnte. Aus der Embryologie sind mir keine Thatsachen bekannt, mittels welcher sich die Kluft zwischen der Entwicklung der Salpen und der anderer Thiere ausfüllen und die räthselhafte Entwicklung der Salpen erklären ließe.

Wenden wir uns nun der früher aufgeworfenen Frage zu: welche von allen Entwicklungsarten der Salpen als die primitive anzusehen sei, so darf dabei der Hauptvorgang der Salpenentwicklung — die Bildung der Gonoblasten — als Ausgangspunkt ja nicht aus dem Auge gelassen werden. Das ist der Hauptunterschied der Entwicklung der Salpen von der anderer Thiere. Alle sonstigen Eigenthümlichkeiten der thecogonen Salpen: Verwandlung des Epithelhügels in den Ectodermkeim, Bildung der Faltenhülle etc. müssen als weitere Complicationen der Entwicklung betrachtet werden. Die Bildung der Gonoblasten ist ein Vorgang, durch welchen die Entwicklung der Salpen vom allgemeinen Entwicklungsplan abgelenkt wird und den Charakter ungeschlechtlicher Vermehrung erlangt. Von da aus müssen wir bei unseren Vergleichen ausgehen.

Behaupten wir uns einmal auf diesem Boden, so müssen diejenigen Salpenarten, welche sich von der gewöhnlichen Entwicklung nur durch Bildung von Gonoblasten ohne weitere Complicationen auszeichnen, für

Digitized by Google

primitive gelten. Solche Arten werden uns in den gymnogonen Salpen geboten. Da verläuft die Entwicklung weit einfacher als bei den thecogonen, weicht auch von dem Typus der embryonalen Entwicklungsgeschichte viel weniger als bei letzteren ab. Von den Gymnogonen bietet S. bicaudata die einfachsten Entwicklungsverhältnisse dar und unterscheidet sich zugleich von der gewöhnlichen embryonalen Entwicklung am wenigsten. Bei dieser Art participiren weder Follikel noch Oviduct an der Bildung des Embryonalleibes. Dieser verdankt seine Entstehung einer Gruppe von Zellen, welche vom Follikel in den Brutsack hinabgleitet. Keine accessorischen Theile des Eies resp. des Eierstocks werden zur Bildung des Embryo zugezogen. Die Entwicklung erscheint daher viel einfacher, so zu sagen viel reiner, als bei den übrigen Salpenarten, und bietet auch viel mehr der Vergleichungspunkte mit der embryonalen Entwicklung anderer Thiere dar, als dies bei den übrigen Salpenarten der Fall.

Bei der in Rede stehenden Art — S. bicaudata — erinnern die ersten Differenzirungen der Embryonalzellen an die Bildung der Keimblätter anderer Thiere, während derselbe Process bei anderen Salpenarten Dank weiterer Complicirung der Entwicklung in so hohem Maße verschleiert wird, dass diese eher mit den Differenzirungen geschlechtsloser Vermehrung als mit denen der geschlechtlichen verglichen werden kann. Bei S. bicaudata gruppiren sich die Embryonalzellen schon ziemlich frühzeitig in zwei keimblätterförmige Zellencomplexe, von denen der innere die primitive Darmhöhle umgiebt, der äußere Diesem als Hülle dient. Während sich der letztere späterhin in die äußere Wand verwandelt und somit dem Ectoderm vollkommen entspricht, spaltet sich der erstere in zwei Blätter, von denen das äußere die Muskelschicht, das Herz und wahrscheinlich auch das Nervensystem bildet, das innere die Darmhöhlenwand vertritt. Wir können aber eines wie das andere für Homologa des Meso- und Entoderms halten, wie dies bereits seitens KOWALEVSKY's[1] geschehen, der die ersten Entwicklungsstadien von S. bicaudata (scutigero-confederata) ganz richtig beschrieben hat. Das Mesoderm tritt hier in Form von vier Klumpen auf, von denen der eine das Nervensystem producirt, die übrigen drei zur Bildung der Kloakenblase, des Elaeoblastes und des Pericardiums mitsammt dem Herzen dienen. Nur die Bildung der Cloake scheint mir bei KOWALEVSKY einigermaßen zweifelhaft zu sein, um so mehr als dieselbe bei allen

[1] KOWALEVSKY, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Tunicaten. Gött. Gel. Nachr. 1868. p. 407—415.

Digitized by Google

übrigen Salpen aus dem Entoderm, nicht aber aus dem Mesoderm entsteht.

Geht man von hier aus zu den anderen Salpen über, so trifft man schon bei S. democratica bedeutende Complicationen in Bezug auf Bildung der Keimblätter an. Dieselben sind hauptsächlich dadurch bedingt, dass der Oviduct, welcher bei S. bicaudata nichts weiter als eine Bruthöhle darstellt, hier an der Bildung des Embryo Theil nimmt. Er verwächst — gegebenen Falls — mit den Embryonalzellen so eng, dass sich in gewissen Stadien keine Grenze zwischen ihm und den letzteren wahrnehmen lässt. Seine oberflächliche Lage gestattet indess die Muthmaßung, er diene zur Bildung der Außenhaut und entspreche somit dem Ectoderm. Es werden dadurch die übrigen Zellenmassen, welche bei S. bicaudata die sämmtlichen Keimblätter vertreten, bei S. democratica einzig dem Meso- und Entoderm entsprechen.

Die Entwicklung der thecogonen Salpen weist im Vergleich zu den eben betrachteten in so fern einen Unterschied auf, als hier der Oviduct theilweise durch den Epithelhügel ersetzt worden ist. Aus einem Theil dieses letzteren bildet sich bei den thecogonen Salpen das Ectoderm, während der andere Theil zur Bildung der Placenta dient. Dem Oviduct wird hier eigentlich keine Rolle zugemessen, da er später gänzlich verschwindet. Der Epithelhügel besteht hingegen fort und betheiligt sich in beträchtlichem Maße nicht nur an der Bildung der Placenta, sondern auch an der des Embryo.

Stellt man nun die Frage: ob sich bei der Entwicklung der Salpen dieselbe Differenzirung wie bei den übrigen Thieren wahrnehmen lässt, so sieht man aus dem Vorangegangenen, dass die Unterschiede der Entwicklungsvorgänge bei verschiedenen Salpenarten so groß sind, dass eine sämmtliche Species umfassende Lösung dieser Frage unmöglich wird. Homologien zwischen Organanlagen lassen sich überhaupt nur für Meso- und Entodermbildung feststellen; das Ectoderm resp. die Derivate desselben — die Außenhaut — entstehen aus so verschiedenen Bildungen, dass man sie bei den verschiedenen Salpenspecies kaum mit einander vergleichen kann. Von Vergleichung der keimblätterähnlichen Anlagen der Salpen mit Keimblättern der übrigen Thiere kann meiner Meinung nach keine Rede sein, sonst müssten wir die Derivate der Furchungskugeln, d. h. die Derivate einer befruchteten Zelle mit Theilen eines fertigen Organismus, als welche der Epithelhügel, der Follikel etc. erscheinen, für vollkommen gleichwerthige und homologe Theile ansehen.

Die Entwicklung der Salpen hat am meisten Ähnlichkeit mit der

Digitized by Google

ungeschlechtlichen Vermehrung, zumal mit der Knospung. Wie bei dieser Letzteren entstehen auch hier die meisten Organe aus Theilen des Mutterleibes, und diese Mitleidenschaft des mütterlichen Organismus bildet den Hauptcharakter der Salpenentwicklung. Es treten dabei aber andere Erscheinungen zu Tage, welche den ganzen Charakter der Entwicklung umändern und diese gänzlich aus der Reihe der geschlechtlichen wie der ungeschlechtlichen Vermehrung ausschließen. Denn das Vorhandensein der Geschlechtsorgane sowohl wie die ersten Entwicklungsvorgänge stimmen mit der geschlechtlichen Zeugung vollkommen überein. Desswegen habe ich diese Art der Fortpflanzung als folliculäre Knospung bezeichnet, weil die Bildung des Embryo hier vornehmlich vom Follikel ausgeht.

Damit bringe ich meine allgemeinen Betrachtungen zum Abschluss. Sie betreffen insbesondere nur die Form der Entwicklung, ohne das Wesen derselben näher zu berühren. Die neuen Thatsachen, welche hier mitgetheilt worden, werfen zwar ein neues Licht auf die ganze Fortpflanzungsgeschichte der Salpen, finden aber augenblicklich keine Erklärung in der Entwicklung anderer Thiere. Ich enthalte mich aller weiteren Deductionen, bevor nicht die thierische Embryologie andere, neuere Thatsachen liefert, welche hoffentlich die Entwicklung der Salpen in dieser oder einer anderen Weise aufzuklären helfen werden.

Anhang. Nachträglich, als diese Arbeit bereits abgeschlossen, zum Theil sogar gedruckt war, gelangte eine zweite, vornehmlich meine vorläufige Mittheilung und Barrois' Arbeit betreffende Abhandlung von Todaro[1] in meine Hände. Leider ist diese neue Mittheilung Todaro's so kurz abgefasst und enthält so Weniges über Entwicklung der Organe, dass ich mich außer Stande sehe, in die Kritik seiner Ansichten einzugehen. Dennoch muss ich bemerken, dass dieselben sich sehr wenig von den oben citirten, auf S. pinnata bezüglichen Arbeiten dieses Forschers unterscheiden. Ich behalte es mir vor, eine Vergleichung der Ansichten Todaro's nach dem Erscheinen einer vollständigen Publication derselben zu unternehmen.

---

[1] Todaro, Sui primi fenomeni dello sviluppo delle Salpe. 2ª communicazione preliminare. (Atti R. Accad. dei Lincei. Vol. VI.)

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 7.

Salpa punctata.

Fig. I. Der Embryo mit wohl entwickelter Faltenhülle. *Em* = Embryonaltheil; *Pdmh* = primitive Darmhöhle, *Fh* = Faltenhülle, *Vpez* = Nervenvorsprung, *Bkn* = Blutknospe, *Pc* = Placenta.

Fig. I A. Optischer Querschnitt von demselben Embryo (Zeiss A Oc. 3).

Fig. II. Ein etwas weiter vorgeschrittener Embryo. *Pl* = Placenta. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. I.

Fig. III. Embryo, bei welchem Kieme, Nervenganglion und Pericardium bereits gebildet sind. *Pc* = Pericardium, *N* = Nervenganglion, *K* = Kieme. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. I und II.

Fig. IV. Embryo, bei welchem die Faltenhülle bereits zurückgezogen ist. *Msch* = Muskelschicht mit der Anlage der Muskelreifen, *El* = Elaeoblast, *Dk* = Darmcanal, *Pch* = Pericardium, *Hz* = Herz, *Fmgr* = Flimmergrube, *Etoa* = Eintrittsöffnung, *Atoa* = Austrittsöffnung, *K*, *N*, *Fh* wie in Fig. III.

Tafel 8.

Salpa fusiformis.

Fig. I. Embryo mit der primitiven Darmhöhle und geschlossener Faltenhülle.

Fig. I A. Derselbe Embryo im optischen Querschnitte.

Fig. II. Ein etwas mehr als auf der Fig. I vorgeschrittener Embryo, mit wohl entwickeltem Kamm der Faltenhülle versehen. *Fh* = Faltenhülle, *Pmdh* = primitive Darmhöhle, *Pl* = Placenta, *Bkn* = Blutknospe.

Fig. III. Embryo mit dem eben gebildeten Elaeoblast (*El*). Die übrigen Buchstaben wie in Fig. II.

Fig. IV. Embryo, bei welchem bereits die Nervenblase (*N*) und die Pericardiumblase (*Pc*) gebildet sind. *Pf* = Placenta. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. II.

Fig. V. Embryo mit wohl entwickeltem Darmcanale (*Dk*). Die Faltenhülle ist vom Embryonalleibe zurückgezogen. *Msch* = Muskelschicht, *Kl* = cloacale Abtheilung der Athemhöhle, *K* = Kieme, *N* = Nervenganglion, *Fmgr* = Flimmergrube, *Bkn* = Blutknospe, *El* = Elaeoblast, *Etoa* = Eintrittsöffnung.

Fig. VI. Ein beinahe vollkommen ausgebildeter Embryo. *Ato* = Austrittsöffnung, *Mr* = Muskelreifen, *Fgr* = Flimmergrube, *Hz* = Herz. Die übrigen Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren.

Tafel 9.

Salpa bicaudata.

Fig. I. Individuum aus der Kette in natürlicher Größe, um die Lage des Embryonalfortsatzes (*Emfz*) zu zeigen. *Nc* = Nucleus, *Pcf* = die für S. bi-

Digitized by Google

caudata charakteristischen Fortsätze, *K* = Kieme, *Bft* = Bauchfalten (Endostyl), *N* = Nervenganglion (Zeiss A Oc. 3).

Fig. II. Embryonalfortsatz, welcher noch ein junges Ei beherbergt. *E* = Ei. *Brh* = Bruthöhle, *Bls* = Blutsinus und *Ecm* = Ectoderm des Embryonalfortsatzes, *Mkw* = Wand des Mutterleibes, *Athfz* = Fortsatz der Athemhöhle, welche in den Embryonalfortsatz hineindringt (Zeiss A Oc. 3).

Fig. III. Embryonalfortsatz mit dem darin eingeschlossenen, ziemlich weit entwickelten Embryo (*Em*). *Pdh* = primitive, Darmhöhle, *Pl* = Placenta, *Ahm* = Athemhöhle der Mutter, *Ahfz*, *Bls* = wie in Fig. II. Die Pfeile bezeichnen die Richtung des Blutstromes (Zeiss A Oc. 3).

Fig. IV. Ein etwas früheres Stadium, als das in der Fig. III abgebildete. *Zh* = Incubationspfropf. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. II und III.

Fig. V. Ein Theil des Embryonalfortsatzes mit einem etwas mehr als in Fig. III entwickelten Embryo. *Bkn* = Blutknospe, *N* = Nervenganglion. Die Bezeichnung wie in Fig. III.

Fig. VI. Embryonalfortsatz mit einem Embryo, welcher bereits bis zur Hälfte desselben fortgeschritten ist. *El* = Elaeoblast. *Ahof* = Öffnung des Embryonalfortsatzes in die Athemhöhle, *Em* = Embryo, *Emfz* = Embryonalfortsatz.

Fig. VII. Embryo, welcher aus dem Embryonalfortsatz vollkommen ausgekrochen ist. *Pc* = Pericardium, *Cl* = Verbindungstheil zwischen der Placenta und dem Embryo, *K* = Kieme, *Fgr* = Flimmergrube, *Kmst* = Keimstock, *Mr* = Muskelreifen, *Eto* = Eintrittsöffnung, *Pl* = Placenta, *Emfs* = Rand des Embryonalfortsatzes.

Tafel 22 und 23.

Salpa punctata.

Fig. 1. Das Ei von Salpa punctata. *Ez* = Eizelle, *Kb* = Keimbläschen, *Ftsch* = Follikeltasche, *Few* = Follikelwand, *Feh* = Follikeltrichter, *Est* = Eistiel, *Bls* = Blutsinus, *Od* = Oviduct.

Fig. 1 A. Dasselbe Ei bei einer stärkeren Vergrößerung abgebildet.

Fig. 2. Das Ei im Zustande der Contraction des Eistieles. *Sp* = Spermatozoen, *Fk* = Furchungskern, *Rb* = Richtungsbläschen, *Few* = Follikelwand, *Eph* = die Grenze des Epithelhügels, *Go* = Öffnung des Oviductes, *Od* = Oviduct.

Fig. 3. Das Ei zur Zeit der ersten Furchungsstadien. *Bm* = Blastomeren. Die übrigen Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren.

Fig. 4. Querschnitt durch das Ei im Stadium der Viertheilung der Eizelle. *Fh* = Follikelhöhle. Die übrigen Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren.

Fig. 5. Querschnitt durch den Embryo zur Zeit der Umwachsung der Blastomeren durch die Gonoblasten. *Eck* = Ectodermkeim, *Fh* = Follikelhöhle, *Eph* = Epithelhügel, *Bm* = Blastomeren, *Gb* = Gonoblasten, *Fe* = Follikelepithel, *Pl* = Placenta.

Fig. 6. Längsschnitt durch den Embryo aus einem der Fig. 5 nahestehenden Stadium. Die Bezeichnung der Buchstaben ist dieselbe wie in Fig. 5.

Fig. 7 und 8. Längsschnitte durch den Embryo aus einem Stadium, in welchem

Digitized by Google

die Differenzirung der Placenta und des Ectodermkeimes bereits ziemlich weit fortgeschritten ist. *Blk* = Blutknospe, *x* = problematischer Zellenhaufen, *Bls* = Blutsinus. Die übrigen Buchstaben wie in der Fig. 5.

Fig. 9. Längsschnitt durch den Embryo zur Zeit des Auftretens der primitiven Darmhöhle. *Pdh* = primitive Darmhöhle, *Fhl* = Faltenhülle, *Fl* = Follikelwand, *Emzm* = Embryonalzellenmasse, *Fh* = Follicularhöhle, *Pld* = Placentadach, *Eck*, *Bm*, *Pl*, *Blk* = wie in den vorhergehenden Figuren.

Fig. 9 A. Längsschnitt durch denselben Embryo etwas zur Seite der primitiven Darmhöhle.

Fig. 10. Längsschnitt durch den Embryo aus einem weiter fortgeschrittenen Stadium als das der Fig. 9. *Flw* = Follikelwand, *N* = Nerventheil und *P* = Pericardialtheil der Gonoblastenmasse. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 9.

Fig. 11 und 11 A. Zwei Längsschnitte aus einem etwas viel fortgeschrittenen Stadium als das der Fig. 10. *Nv* = Nervenvorsprung, *Blm* = Blastomer. Die übrigen Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren.

Fig. 11 B und 11 C. Zwei horizontale Schnitte aus demselben Stadium. *Flh* = Follicularhöhle, *Gb* = Gonoblasten. Die übrigen Buchstaben wie in der Fig. 9.

Fig. 12. Längsschnitt durch den Embryo aus der Zeit der Kiemenbildung. *Eb* = buckelförmige Verdickung des Ectodermkeimes, *Nvp* = Nervenvorsprung, *Kf* = Kiemeneinstülpung, *Gbet* = Öffnung in der primitiven Darmhöhle, durch welche die Gonoblasten in diese letztere eintreten, *Gbel* = Gonoblasten, welche in die cloacale Abtheilung der Darmhöhle eintreten, *Gbu* = Gonoblasten, welche in die untere Abtheilung der Darmhöhle eintreten, *Clh* = cloacale Abtheilung der Darmhöhle, *Msk* = Mesodermkeim, *Blsw* = Blutsinuswände, *Blsh* = Zellenhaufen, welcher sich in dem Blutsinus bildet, *Blkp* = Blutkörperchen, *Blk* = Blutknospe, *Bls* = Blutsinus, *Flh* = Follicularhöhle.

Fig. 13. Längsschnitt durch den Embryo, bei dem das Nervenganglion bereits gebildet ist. *Cla* = cloacale Abtheilung der primitiven Darmhöhle, *N* = Nervenganglion, *Iz* = innere Zellen der Darmhöhle, *K* = Kieme, *Msz* = Muskelzellen, *Msk* = Mesodermkeim, *Pld* = Placentadach, *Plw* = Wand der Placenta (Placentarmembran), *Pc* = Anlage des Pericardiums, *Spch* = subpericardialer Zellenhaufen, *Blk* = Blutknospe, *Blss* = Scheidewand des Blutsinus *Bls*.

Fig. 14. Hinterer Theil des Längsschnittes eines Embryo zur Zeit der Bildung der Pericardialhöhle. *D* = Anlage des Darmes, *Ah* = Athemhöhle. Die übrigen Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren.

Fig. 15. Ein Theil des Längsschnittes eines Embryo zur Zeit der Bildung der Herzeinstülpung (*Hz*).

Fig. 15 A. Derselbe Längsschnitt bei einer stärkeren Vergrößerung. *Mrf* = Muskelreif, *Dz* = Darmzellen. Die übrigen Bezeichnungen wie in den Fig. 13 und 14.

Digitized by Google

Tafel 24.

Salpa fusiformis.

Fig. 1. Längsschnitt durch den Embryo aus dem Stadium Fig. I der Taf. 8. *Dw* = Wand der primitiven Darmhöhle (*Pmdh*), *Eck* = Ectodermkeim, *Fhl* = Faltenhülle, *Flw* = Follikelwand, *Gb* = Gonoblasten, *Pl* = Placenta, *Bls* = Blutsinus, *Blk* = Blutknospe, *Pld* = Placentadach, *Bm* = Blastomeren.

Fig. 2 und 2A. Querschnitte durch einen Embryo aus dem der Fig. I nahestehenden Stadium. *Flk* = Kamm der Faltenhülle, *Fla* = äußeres, *Fli* = inneres Blatt der Faltenhülle. Die übrigen Buchstaben wie in der Fig. 1.

Fig. 3. Längsschnitt durch einen Embryo aus dem Stadium Fig. II. *Emzm* = Embryonalzellenmasse (Blastomeren und Gonoblasten), *Eckb* = blastomerenähnliche Zellen des Ectodermkeimes. Die übrigen Buchstaben wie in der Fig. 1.

Fig. 4. Längsschnitt durch den Embryo aus dem Stadium Fig. III. *N* = Nervenblase, *Pc* = Pericardiumanlage, *Ecks* = Rand des Ectodermkeimes, *Pld* = Placentadach, *Plft* = Placenta foetalis, *Plmt* = mütterliche Placenta, *Plf* = furchenförmige Verengerung des oberen Theiles der Placenta, welcher später zur Placenta foetalis wird.

Fig. 5. Hinterer Theil des Längsschnittes eines etwas älteren Embryo, als der, welcher in Fig. 4 abgebildet ist. *Pc* = Pericardialhöhle, *El* = Elaeoblast.

Fig. 6 und 6A. Zwei Horizontalschnitte vom Embryo aus der Zeit der Kiemenbildung. *Pmdm* = medialer, *Pmdl* = lateraler Theil der primitiven Darmhöhle, *K* = Anlage der Kieme, *Eck* = Ectodermkeim, *N* = Nervenanlage, *Fha* = äußeres, *Fhi* = inneres Blatt der Faltenhülle.

Fig. 7. Querschnitt durch den Embryo aus der Zeit der Kiemenbildung. *Fha*, *Fhi*, *Eck*, *Plft*, *Plmt*, *Pdh* wie in den vorhergehenden Figuren. *Mskpl* = Muskelplatten, *Msk* = Mesodermkeim, *Kestp* = Kiemeneinstülpung der primitiven Darmhöhle, *Uest* = untere Einstülpung der primitiven Darmhöhle.

Fig. 8. Querschnitt durch den Embryo aus dem letzten Stadium der Kiemenbildung. *Vsk* = Verbindungsplatte zwischen der Kieme und der Wand der primitiven Darmhöhle, *x* = das Rohr, welches aus der unteren Einstülpung der Darmwand gebildet ist. Die übrigen Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren.

Fig. 9. Längsschnitt durch den Embryo aus einem Übergangsstadium zwischen den Fig. IV und V. *Pc* = Pericardiumblase, *El* = Elaeoblast, *Spch* = subpericardialer Zellenhaufen. Die übrigen Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren.

Tafel 25 und 26.

Salpa bicaudata.

Fig. 1. Längsschnitt durch das hintere Ende des Genitalrohres aus der Zeit des Furchungsprocesses. *E* = Ei, *Fl* = Follikel, *Bm* = Blastomeren, *Blk* = Blutknospe, *Gb* = Gonoblasten, *Cell* = Celluloseschicht des Genital-

Digitized by Google

rohres, *Bls* = Blutsinus, *Enth* = entodermale Schicht des Genitalrohres, *Ahf* = Athemhöhlenfortsatz des Genitalrohres, *Incf* = Incubationsfalten, *Brh* = Bruthöhle (SCHIEK Oc. 0 + Syst. 8).

Fig. 2. Längsschnitt durch das hintere Ende des Genitalrohres aus der Zeit des Endes des Furchungsprocesses. *Flh* = Follikelhöhle, *Flw* = Follikelwand, *Emzm* = Embryonalzellenmasse, *Bk* = Bindegewebe. Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 1 (ZEISS Oc. 3 + Syst. D).

Fig. 3. Längsschnitt durch das Genitalrohr mit dem etwas weiter fortgeschrittenen Embryo. *Flh* = Follikelhöhle, *Bm'* = Blastomer mit contrahirtem Protoplasma. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 1 und 2 (SCHIEK Oc. 0 + S. 8).

Fig. 4. Längsschnitt durch das hintere Ende des Genitalrohres zur Zeit des Überganges der Bildungszellenmasse in die Bruthöhle. *x* = problematischer Haufen blasenförmiger Zellen, *Bz* und *Bz'* = Bildungszellen, *Mbs* = mittlerer Blutsinus, *Bhw* = Wand der Bruthöhle, in welcher die Proliferation der Zellen des Incubationspfropfes begonnen hat.

Fig. 5. Längsschnitt durch das hintere Ende des Genitalrohres zur Zeit des Auftretens der primitiven Darmhöhle in der Bildungszellenmasse. *Incpf* = Incubationspfropf, *Pdh* = primitive Darmhöhle, *Bz* = Bildungszellenmasse, *Fl* = Follikel mit dem Überreste der Embryonalzellen (SCHIEK Oc. 0 + S. 7).

Fig. 5A. Theil der Bruthöhle mit der darin eingeschlossenen Bildungszellenmasse, in welcher die Sonderung in die beiden primitiven Keimblätter begonnen hat. *En* = Entoderm, *Ec* + *Ms* = Ectoderm und Mesoderm, die noch nicht von einander abgetrennt sind (ZEISS Oc. 3 + Syst. D).

Fig. 6. Längsschnitt durch das hintere Ende des Genitalrohres nach der Differenzirung der drei Keimblätter in der Bildungszellenmasse. *Ec* = Ectoderm, *Ms* = Mesoderm, *En* = Entoderm, *Incf* = Incubationsfalten, *Incpf* = Incubationspfropf, *Bls*, *Fl*, *Blk*, *x* und *Pdh* wie in den vorhergehenden Figuren (ZEISS Oc. 3 + Syst. D).

Fig. 6A. Schnitt durch die Bildungszellenmasse, etwas seitlicher als Fig. 6 geführt. *Plz* = Placentazellen.

Fig. 7. Längsschnitt durch das hintere Ende des Genitalrohres zur Zeit der Bildung der Placenta und der Verkürzung der Bruthöhle. *Brhw* = Wand der Bruthöhle, *Plsch* = Scheidewandzellen der Placenta. Die übrigen Buchstaben wie auf den vorhergehenden Figuren (ZEISS Oc. 3 + Syst. C).

Fig. 8. Längsschnitt durch den Embryo aus einem etwas weiter als auf der Fig. 7 fortgeschrittenen Stadium. Die Buchstaben wie auf den vorhergehenden Figuren (ZEISS Oc. 3 + Syst. D).

Fig. 9. Längsschnitt durch den Embryo zur Zeit des Auftretens des Ganglions (*N*) und der cloacalen Abtheilung der primitiven Darmhöhle (*Cl*). *El* + *Pc* = gemeinschaftliche Anlage des Elaeoblastes und des Pericardiums, *Plsn* = Blutsinus und *Plz* = Zellen der Placenta. Die übrigen Buchstaben wie früher.

Fig. 10. Längsschnitt durch das hintere Ende des Genitalrohres zur Zeit der Befestigung der Placenta an die Wände der Bruthöhle. *Lbs* = laterale Blutsinuse, *Plsn* = placentarer Blutsinus, *Plw* = Wand und *Plsw* = innerer Strang der Placenta, *Fl* = Follikel, *Blkn* = Blutknospe. Die übrigen Bezeichnungen wie früher (ZEISS Oc. 3 + Syst. A).

Digitized by Google

Fig. 10 A. Embryo aus demselben Präparat, stärker vergrößert (Zeiss Oc. 3 + Syst. D). *Pc* = Anlage des Pericardiums. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 10.

Fig. 11. Längsschnitt durch das hintere Ende des Genitalrohres mit einem etwas weiter entwickelten Embryo als auf der Fig. 10. Die Bezeichnung wie dort (Schiek Oc. 0 + S. 4).

Fig. 11 A. Embryo aus demselben Präparat, stärker vergrößert (Schiek Oc. 0 + S. 8).

Fig. 12. Querschnitt durch den Embryo aus einem weiter fortgeschrittenen Stadium als auf der Fig. 11. *Cl* = Cloake, *Som* = somatisches, *Spl* = splanchnisches Blatt des Mesoderms, *K* = Kieme, *Ple* = Placentadach (Zeiss Oc. 3 + Syst. C).

Fig. 13. Längsschnitt durch den Embryo aus dem Stadium Fig. VI der Taf. 9 (Zeiss Oc. 0 + Syst. A). *El* = Elaeoblast, *Elh* = Höhle des Elaeoblastes, *N'*, *N''* = die Abtheilungen der Nervenblase, *Mr* = Muskelreifen. Die übrigen Buchstaben wie früher.

Fig. 14. Längsschnitt durch den Embryo aus dem Stadium Fig. VII. *Eto* = Eintrittsöffnung, *Ato* = Austrittsöffnung, *Asel* = äußere, *Inel* = innere Schicht des Elaeoblastes, *Dk* = Darmcanal, *K* = Kieme, *Ath* = Athemhöhle, *N* = Nervenganglion, *Dst* = Placentarstiel, *Fgr* = Flimmergrube.

Tafel 27.

Salpa democratica.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen conischen Embryo. *Eph* = Epithelhügel. *Emt* = Embryonaltheil, *Pc* = Placenta, *Gb* = Gonoblasten, *Bm* und *Bm'* = Blastomeren, *Bs* = Brutsack.

Fig. 1 A. Ein Theil desselben Embryo, etwas stärker vergrößert (Zeiss F, Oc. 3). *Dk* = Dotterkörnchen. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Fig. 2. Ein etwas weiter vorgeschrittener Embryo. Längsschnitt. *Bsn* = Blutsinus. Die übrigen Buchstaben wie in der Fig. 1.

Fig. 2 A. Einige Gonoblasten mit den eigenthümlich geformten Kernen.

Fig. 3. Längsschnitt durch den Embryo, bei welchem die Blastomeren bedeutend verringert sind. *Pld* = Dach der Placenta, *Plw* = Wand der Placenta, *Blk* = Blutknospe, *Bsn* = Blutsinus. Die übrigen Buchstaben wie in den Fig. 1 und 2.

Fig. 4. Längsschnitt durch den Embryo, bei welchem die Blastomeren beinahe gänzlich unsichtbar geworden sind. Die Bezeichnung wie in den Fig. 1 und 2.

Digitized by Google

Contribuzioni all' Ittiologia [1]

pel

Dott. Carlo Emery,
Professore nella R. Università di Bologna.

(Dagli Atti della R. Accademia dei Lincei.)

Con Tavola 28 e 29 ed una incisione intercalata nel testo.

V. Peloria Rueppeli Cocco.

Sotto questo nome, Cocco [2] descriveva un pesciolino pelagico, anche oggi poco noto, sia per la sua rarità, sia per la rarità ancora maggiore dell' opuscolo in cui trovasi descritto, insieme ad altre forme di pesci. Io ne ho esaminati due esemplari, di cui ho dato accurato disegno nelle fig. 1—3; altri esemplari donati dallo stesso Cocco e quindi tipici si trovano nella raccolta del Museo zoologico della R. Università di Napoli.

Il più piccolo dei miei esemplari (fig. 1) raccolto a Messina dal prof. Kleinenberg nell' inverno 1879—80 è lungo 21 mm: gli occhi sono disposti in modo perfettamente simmetrico; la pinna dorsale si estende sul capo, fino innanzi agli occhi, ed ha una porzione anteriore fornita di quattro raggi molto più lunghi e robusti di quelli che seguono: la codale è continua con essa e con l' anale: le ventrali sono lunghe, ma pel loro stato imperfetto di conservazione non è possibile darne una descrizione particolareggiata; pare che le due ventrali siano fuse in una sola: le pettorali hanno tuttavia la forma a ventaglio (stadio crossopterigiale di Agassiz) propria dei giovanissimi Teleostei. La formola delle pinne verticali è:

D. 4 | 102; A. 96; C. 14 [3].

[1] Pel numero III e IV vedi queste »Mittheilungen« vol. III p. 281 e seg.

[2] A. Cocco, Intorno ad alcuni nuovi pesci del mare di Messina. Lettera al sig. Aug. Krohn. Messina 1844.

[3] La formola data dal Cocco è:

D. 118; V. 5; A. 90.

Digitized by Google

I visceri addominali formano dietro le pinne ventrali una specie di ernia, cioè sono compresi in un sacco sporgente, ossia in una estroflessione della parete del corpo: entro il sacco stesso, si può vedere per trasparenza l'intestino ripiegato ad S: dietro il sacco, l'ano forma una papilla sporgente la quale, nell' altro esemplare che ora passerò a descrivere, si rivolge alquanto a destra.

L' individuo più grande, lungo 31 mm è stato pescato a Napoli nel novembre 1880. Per la forma generale e la disposizione delle pinne e del sacco viscerale, rassomiglia all'altro esemplare; però, come si rileva dalle fig. 2 e 3, il capo non è più simmetrico e l' occhio destro trovasi spostato in alto, cioè in atto di emigrare verso il lato opposto del corpo. Da ciò risulta che la *Peloria Rüppeli* è una larva di Pleuronettide. Nella fig. 2 si vede già l'occhio destro trasparire attraverso i tessuti del corpo, in un punto che corrisponde alla estremità prossimale dei pezzi basali della pinna dorsale; in altri termini verso il limite che separa lo scheletro della pinna dorsale dal cranio; e questo limite è segnato da un solco che parte da un' incisura del margine anteriore del capo. Considerando siffatta condizione, è lecito supporre che l' occhio destro si avvii a trasversare i tessuti del capo per comparire poi sul lato sinistro del pesce: in ciò la *Peloria* si comporterebbe come quelle larve di Pleuronettidi descritte da Steenstrup e da Agassiz col nome erroneo di *Plagusia*[1]: il luogo in cui vediamo trasparire nella *Peloria* l' occhio migrante viene in appoggio al concetto di Agassiz che, in quei Pleuronettidi in cui l' occhio, invece di passare sul margine del capo, ne attraversa i tessuti, esso passa fra il cranio e lo scheletro della pinna dorsale e non propriamente attraverso il cranio come vuole Steenstrup[2].

La formola delle pinne di questo esemplare è:

D. 4 | 106; A. 100; C. 15; V. 8?;

le due ventrali un po' guaste sembrano unite in un sol tutto con un raggio molto prolungato.

In entrambi gli esemplari che in vita dovevano essere stati trasparentissimi, ma che vidi soltanto conservati in alcool, il corpo non offre

---

[1] Che le Plagusie di Steenstrup non siano riferibili a cotal genere di pesci risulta, come già osservò il Malm, dal fatto che in esse la codale è staccata dalla dorsale e dall' anale, mentre nelle Plagusie vere le tre pinne verticali sono fra loro continue.

[2] La tarda formazione delle ossa membranose del cranio nel maggior numero dei Teleostei rende assai poco verosimile l' opinione di Steenstrup che l' occhio migrante passi sotto l' osso frontale, giacchè quest' osso probabilmente non esiste ancora al tempo della metamorfosi delle larve simmetriche in forme asimmetriche.

Digitized by Google

pigmentazione fuorchè minutissimi punticini neri lungo la base delle pinne; nell' esemplare maggiore, la pinna pettorale sinistra è alquanto più piccola della destra e tanto l'una quanto l'altra hanno soltanto raggi cornei embrionali, per cui è da sospettarsi che siano destinate ad atrofizzarsi ed a sparire forse nell' adulto. Le figure mi dispenseranno dal descrivere in modo più particolareggiato questi pesci.

Volendo ora cercare a quali forme adulte possano essere riferite queste larve, il solo genere mediterraneo che, per i suoi caratteri, possa convenire con le note della *Peloria Rüppeli* sarebbe il genere *Plagusia* (*Synaptura*), in cui i due occhi stanno sul lato sinistro del corpo, e le pinne verticali formano un tutto continuo. Però il numero dei raggi dorsali e anali della *Peloria* molto superiore a quello della *Plagusia lactea*, esclude che possa trattarsi di questa specie (e neppure della *Pl. picta* A. Costa, che, per quanto risulta dagli esemplari da me osservati, sembra essere una semplice varietà della *Pl. lactea*). Non sarebbe improbabile che l'adulto della *Peloria Rüppeli* dovesse appartenere a qualche forma tuttavia ignota nei nostri mari. Io credo che debba avere le pinne verticali fra loro continue come le Plagusie, perchè avendo queste pinne già acquistati i loro raggi ossei definitivi ben sviluppati negli esemplari che ho studiati, non havvi ragione di supporre che esse debbano poi subire parziale riduzione. Per quanto io conosco larve di *Solea*, *Rhombus* e altri Pleuronettidi, in tutte, la codale si stacca assai precocemente dalle altre pinne verticali, talvolta prima che incomincino a formarsi i raggi ossei.

VI. Metamorfosi del Rhomboidichthys podas L.

Una forma rara e poco conosciuta di Pleuronettidi veniva descritta dal Rafinesque nel 1814 col nome di *Bothus diaphanus*, illustrata poi recentemente dal Ricchiardi [1], il quale dimostrava inoltre la sua identità col *Rhombus candidissimus* descritto e figurato dal Risso e più tardi da A. Costa. Il Ricchiardi ha pel primo dato una formola precisa del numero dei raggi delle pinne, la quale poco si discosta dai numeri che io stesso ho avuto a riscontrare; lo stesso autore termina la sua Nota esprimendo alcuni dubbi circa la validità della specie e ritenendo cosa probabile che essa debba riferirsi come forma giovanile a qualche altro Pleuronettide.

---

[1] S. Ricchiardi, Sul Rhombus diaphanus del Rafinesque. Processi verbali della Soc. toscana di Sc. nat. Adunanza del 3 luglio 1881.

Digitized by Google

Il materiale che ho potuto esaminare mi pone in grado di completare la storia di questo interessante pesciolino, confermando in ciò pienamente la supposizione del professore di Pisa. Non ho veduto esemplari freschi, per cui quanto segue si riferisce ad individui conservati in alcool.

Due di questi esemplari sono affatto privi di macchie di pigmento ed hanno una tinta di un bianco latteo uniforme coi soli occhi oscuri. L'uno di essi, pescato a Napoli ed appartenente alla Stazione Zoologica ha la lunghezza di 34 mm sopra 14 mm di larghezza (la lunghezza è misurata dal muso all' apice della codale, la larghezza dalla base della dorsale alla base dell' anale); esso è rappresentato esattamente dalla fig. 4. Da questa figura si rilevano alcune differenze rispetto al disegno del Costa, in ispecie nella posizione degli occhi che nel mio esemplare sono situati quasi in una verticale, e nella forma del muso che è molto più ottuso: forse queste differenze dipendono da difettosa conservazione dell' esemplare illustrato dal zoologo napolitano. Altro esemplare pescato a Palermo ed appartenente al Museo di Firenze mi è stato gentilmente comunicato dal chiar. prof. Giglioli: esso è un po' più largo, misurando 36 mm per $16^1/_2$ (misure prese come sopra); il muso è pure un po' più ottuso ma non presenta altre differenze rilevanti: la formola delle pinne di questi due esemplari è:

es. di Napoli · D. 89; A. 71; C. 18; V. 6
es. di Palermo D. 85; A. 67; C. 18; V. 6

le cifre date dal Ricchiardi sono:

D. 83; A. 66; C. 17; V. 6.

Nonostante le piccole differenze cennate credo che i due esemplari qui descritti e un altro che vidi anche nel Museo di Firenze siano da ritenersi specificamente identici fra loro e con quelli illustrati dal Costa e dal Ricchiardi. È d' uopo però che io insista sopra un altro punto: nell' esemplare della Stazione Zoologica si vede chiaramente il canale laterale formare alla sua base un arco irregolare, mentre ciò non apparisce in modo evidente nell' esemplare del Museo di Firenze: però facendo prosciugare la superficie di questo pesciolino ed osservandolo poi accuratamente, sono riuscito a vedere nettamente il ramo ascendente di questo arco del canale laterale, mentre il ramo discendente (forse non ancora formato) non era riconoscibile: a me pare che, tanto per la forma più larga quanto per lo sviluppo meno completo del canale laterale, si possa ritenere l' esemplare del Museo di Firenze meno avanzato nel suo sviluppo, e ciò nonostante le sue dimensioni un po' superiori a quelle dell' altro. Nè ciò recherà meraviglia a chi siasi occupato a studiare lo

Digitized by Google

sviluppo larvale dei Teleostei, poichè in questi, come in molti altri animali, lo sviluppo morfologico, non procede sempre rigorosamente parallelo all' accrescimento, ossia allo sviluppo trofico dell' individuo.

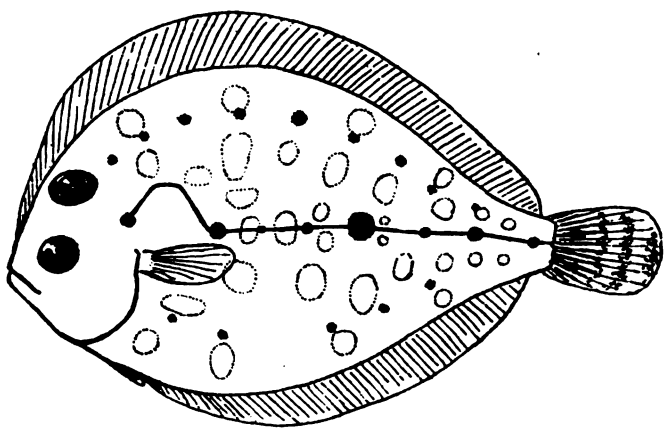
Al *Rhombus diaphanus*, forma pelagica trasparente, si connette una forma di transizione finora non descritta. Ne ho veduti due esemplari pescati alla Stazione Zoologica e lunghi 37 mm e 42 mm. Il più piccolo è alquanto leso; l'altro più avanzato nello sviluppo della sua pigmentazione è rappresentato a fig. 5, con la massima esattezza possibile, essendo state le singole macchioline brune rilevate ad una ad una con la camera lucida: queste macchie si trovano sul solo lato sinistro (che porta gli occhi), mentre il lato destro cieco è tutto bianco: tra le altre macchie più o meno minute, spiccano: una macchia più grande di tutte situata sulla linea laterale, verso i 3/5 posteriori della lunghezza del pesce, una macchia al principio della linea laterale stessa verso il margine dell' opercolo ed una serie di macchie che segue il limite prossimale dei pezzi basali della pinna dorsale e dell' anale. Altre macchioline allungate si trovano sulle pinne verticali e formano alla base della codale due macchie più grandi: infine un numero grandissimo di punti e macchiette brune sono sparsi, non senza un certo ordine, su tutta la superficie sinistra del corpo; esse circoscrivono delle aree più o meno circolari o poligonali prive affatto di pigmentazione: la cute non ha squame riconoscibili. La linea laterale offre la medesima curvatura come nella forma precedente; la formola delle pinne è:

D. 94; A. 68; C. 16; P. 10; V. 6.

Avendo confrontato la formola delle pinne e la distribuzione del pigmento con quelle dei *Rhombus* e di altri Pleuronettidi sinistrorsi dei nostri mari, i soli *Rhomboidichthys* mi hanno offerto condizioni concordanti con quelle dell' esemplare di cui qui mi occupo: e nel Museo di Firenze le cui collezioni ittiologiche, grazie alle cure ed all' attività del ch. prof. Giglioli, hanno raggiunto una ricchezza veramente sorprendente, ho veduto giovani esemplari di *Rhomboidichthys* che formano il passaggio dalla forma ora descritta al *Rh. podas*. Noterò ancora in proposito che uno studio accurato delle forme giovanili e adulte dei nostri *Rhomboidichthys* non sarebbe privo d'interesse, onde stabilire se le due specie del Mediterraneo siano realmente da separarsi o invece siano fondate su caratteri incostanti e forse sessuali, come vorrebbe alcuno. Deve soggiungere che conosco forme giovanili del *Rhombus maximus* che non sono riducibili alla forma larvale in parola, tanto per la figura del corpo quanto per la pigmentazione. La forma del corpo molto larga nelle nostre larve esclude per altro che si possa trattare di un *Arnoglossus*.

Digitized by Google

La pigmentazione dei *Rhomboidichthys* comprende macchie scure che spiccano sul fondo bruno o bigio, e chiazze azzurrognole orlate di bruno, disposte in ordine regolare. Ho rappresentato nella figura in legno a grandezza naturale i contorni di un *Rh. podas* di 85 mm, segnandovi le macchie principali e le chiazze azzurre le più evidenti; così il lettore potrà, confrontando questa incisione con la fig. 5 della tavola, convincersi della identità di posizione delle macchie scure e riconoscere altresì come le chiazze azzurre del *Rh. podas* corrispondano alle aree bianche, comprese fra le macchioline della fig. 5. Con ciò credo aver provato a



sufficienza la mia tesi, per cui il *Bothus diaphanus* di RAFINESQUE e il *Rhombus candidissimus* del RISSO dovranno oramai essere riguardati come sinonimi del *Rh. podas*, riferentisi a forme giovanili o larvali di questa specie.

Credo dover riferire ancora con dubbio al genere *Rhomboidichthys*, come forma larvale ancora più giovane, un pesciolino lungo 11 mm e perfettamente simmetrico e privo di pigmento (fig. 6), con formola delle pinne:

D. 86; A. 61; C. 17.

Le ventrali non sono ancora sviluppate, le pettorali hanno soltanto raggi cornei embrionali. Questa forma è descritta dal COCCO (l. c.) col nome di *Peloria Heckeli*[1].

I Pleuronettidi larvali descritti da STEENSTRUP e da AGASSIZ sotto il nome di *Plagusia*, ed in cui l'occhio destro pare che attraversi il capo

[1] La formola delle pinne secondo COCCO sarebbe
D. 90; A. 70; C. 13; V. 5
e si riferisce ad esemplare più grande con ventrali sviluppate.

Digitized by Google

per trasportarsi sul lato opposto, sono probabilmente forme affini alla *Peloria Heckeli* ed hanno come essa la codale staccata dalle altre pinne verticali.

VII. Forme larvali di Scopelidi.

Il 10 febbraio di quest'anno (1882) venivano pescate nel golfo di Napoli alcune larve pelagiche di pesci, di cui le più giovani presentavano in modo manifestissimo un carattere assai singolare, perchè in esse il bulbo dell'occhio, invece di essere più o meno sferico, era fusiforme in senso verticale, caso che io aveva già osservato alcuni anni addietro in un esemplare ancora meno avanzato nel suo sviluppo; cotale forma dell'occhio diveniva gradatamente meno pronunziata negli esemplari più maturi. Queste larve, che giunsero nelle mie mani conservate in alcool, devono essere state in vita trasparenti, cioè senza strato argenteo della cute, e con pochissimo pigmento; esse appartengono a più forme fra loro diverse.

a) La prima di queste forme (fig. 7, 8) è rappresentata da due esemplari, dei quali il più maturo lungo circa 12 mm; questo presentava sulla parte ventrale del corpo un certo numero di quei bottoni pigmentati che sono caratteristici degli Scopelidi e di alcune forme affini e che furono riguardati dagli zoologi, ora come organi di senso, ora come organi forforescenti. Dalla figura del corpo, come pure dalla distribuzione dei bottoni pigmentati (che non descrivo, rinviando il lettore alla fig. 8), ho potuto argomentare che questo pesce è forse la larva dello *Scopelus Rissoi*. Nell'altro esemplare più giovane, i bottoni pigmentati si limitavano a due paia (fig. 7). In entrambi la pinna pettorale consta di due porzioni; l'una pigmentata, stretta, fornita di raggi ossei, l'altra senza pigmento con soli raggi embrionali e molto ridotta nell'esemplare più sviluppato. La dorsale è divisa in una porzione anteriore fornita di raggi ed una posteriore che n'è priva (pinna adiposa). Nell'individuo maggiore la formola delle pinne è:

D. 15 | 0; A. 14; C. 23; P. 10; V. 7.

L'occhio di questa forma mostra solo in debole grado la figura verticalmente allungata, almeno negli esemplari osservati che sono notevolmente avanzati nel loro sviluppo.

Ho rappresentato a fig. 9 una larva di *Scopelus* molto affine alla precedente, ma diversa per la struttura della pinna pettorale che è poco pigmentata e fornita in tutta sua estensione di raggi ossei definitivi.

Digitized by Google

Anche qui, come nel piccolo esemplare della forma precedente, sono sviluppate due sole paia di bottoni pigmentati.

b) Un'altra forma di larve (fig. 10, 11) è caratterizzata dalla grandezza delle pinne pettorali: ne ho veduto cinque esemplari, di cui figuro il più grande e il più piccolo. Quantunque le più grandi di queste larve raggiungano dimensioni maggiori di quelle delle larve attribuite allo *S. Rissoi*, pure il loro sviluppo è molto meno inoltrato, come dimostrano, oltre la mancanza di bottoni pigmentati (vi sono soltanto alcune cellule di pigmento nerissime isolate), lo stato iniziale di sviluppo delle pinne ventrali negl'individui maggiori e la loro mancanza nei minori, lo sviluppo soltanto incipiente dei raggi della prima dorsale che non è ancora ben separata dalla dorsale adiposa; carattere predominante è lo sviluppo straordinario delle pinne pettorali, i cui raggi partono dalla parte superiore del margine dello scheletro del membro: questi sono al numero di 11 negli esemplari più grandi; ma sui margini si trova lungo il primo e l'ultimo raggio un tessuto ricco di pigmento, dal quale sarebbe pure supponibile che si formassero più tardi nuovi raggi; in un'ampia zona, gli spazî interradiali delle pettorali sono colorati da cellule pigmentate brune. Anche nell'esemplare più grande, le pinne verticali non sono ancora separate. I raggi delle pinne, per quanto è stato possibile numerarle, danno le cifre seguenti:

A. 20; C. 26; P. 11.

L'occhio è più allungato che nella forma precedente, in ispecie nei piccoli esemplari; se ammettiamo che anche questa sia una forma larvale di *Scopelus*, bisognerà supporre che appartenga a qualche specie munita di ampie pinne pettorali, come gli *Scopelus maderensis* e *Bonaparti*.

c) Una terza forma di larva che è lecito supporre appartenga anch'essa a qualche Scopelide è rappresentata in due stadî diversi a fig. 13 e 14. Vi si nota in modo ancora più marcato la figura fusiforme del bulbo oculare, specialmente nell'esemplare più giovane, lungo 8 mm; nell'esemplare più sviluppato che io abbia visto, le pinne erano ben differenziate e i loro raggi davano la formola:

D. 12 | 0; A. 21; C. 29; P. 17.

le ventrali erano appena accennate; la seconda dorsale priva di raggi ossei. Non eravi alcun vestigio di bottoni pigmentati.

Forse appartiene alla medesima forma o a forma molto affine una larva lunga 4 mm da me raccolta a Napoli il 29 marzo 1877, la prima in cui ebbi ad osservare il singolare carattere dell'occhio fusiforme. La fig. 12 ne riproduce il contorno tratto da uno schizzo fatto sul pesce vivente; doveva essere da pochissimo tempo schiuso dall'uovo.

Digitized by Google

Nel complesso della loro organizzazione, a parità di dimensione del corpo, queste forme larvali offrono uno grande diversità nel grado del loro sviluppo come si rende manifesto specialmente dallo stato delle pinne ventrali: il carattere comune a tutte dell' occhio allungato verticalmente fa supporre che, come la prima forma, esse debbano essere riferite a specie diverse di *Scopelus* o di generi affini.

VIII. Le forme larvali dei *Blennius* del Golfo di Napoli.

Non di rado occorre osservare e pescare col retino di velo alla superficie del mare giovani *Blennius* più o meno diafani e spesso forniti di pinne pettorali ampie ed elegantemente colorate in giallo o in rosso bruno. Una di queste forme è stata designata dal RÜPPEL col nome di *Bl. macropteryx*: però ve ne sono parecchie altre che, fin dai primi tempi che cominciai ad occuparmi d'ittiologia, hanno richiamato la mia attenzione. Per insufficienza di materiale, non potei allora determinare le specie alle quali dovessero questi giovani Blennii andar riferiti; però non trascurai di fare disegni dal vivo, onde fissare non solo l'abito di quei delicati organismi, ma ancora i loro vivaci colori che ben presto spariscono, quando i pesciolini vengono conservati nell' alcool. Quantunque io non possa neppure adesso costituire serie complete, che ricongiungano le forme adulte con le rispettive larve pelagiche, pure ho creduto poter determinare con grande probabilità, se non sempre con perfetta sicurezza, le forme finora raccolte, per lo più in numero non troppo ristretto di esemplari.

In generale, quelle larve dei pesci littorali o di fondo che sono pelagiche pare che subiscano ad un momento determinato una rapida metamorfosi, la quale consiste in mutamento di colore che diventa più oscuro, con perdita della trasparenza per accumulo di pigmento e di cristalli iridescenti nella cute e nel connettivo: in modificazioni nella forma delle appendici locomotrici, spesso con perdita di ornamenti larvali provvisorî. Forse la rapidità di questa metamorfosi varrà a spiegare come sia difficile ottenere gli stadi intermedî, per cui le forme larvali si ricongiungono con le adulte. Generalmente però si riscontrano, presso le larve più inoltrate nel loro sviluppo, principî o cenni della prossima trasformazione, e nei giovani di fondo residui più e meno evidenti delle forme e colorazioni, embrionali.

Nonostante ripetuti soggiorni a Napoli, forse però non sempre fatti in stagione opportuna, non mi è stato possibile far raccolte che comprendessero tutta la serie delle forme di sviluppo delle singole specie; ho

Digitized by Google

dovuto, quindi, per giungere a stabilire le specie cui si riferiscono le larve raccolte, appigliarmi al metodo seguente:

1° fare l'elenco delle forme adulte dei *Blennius* del golfo di Napoli e studiarne i caratteri distintivi;

2° determinare il numero delle forme larvali, i loro caratteri e le loro variazioni;

3° confrontare le forme larvali con le adulte, e da questo confronto, parte per criterî positivi, parte per criterî di esclusione, riferire le singole larve alle rispettive forme adulte.

Caratteri che fossero riconoscibili tanto nelle larve quanto negli adulti non potevano essere desunti dai denti, appena visibili nelle larve, e assai poco dalla colorazione, essendo essa assai variabile in molte specie, ed essenzialmente differente nelle larve e negli adulti, poichè da essa dipondono principalmente le differenze più apparenti dell'età. Però certi caratteri di colorazione, come la posizione e il numero delle fasce trasversali principali, che sono molto costanti nelle larve e abbastanza spiccate presso gli individui giovani di molte specie nella loro forma definitiva, meritano di essere presi in considerazione, specialmente come caratteri di esclusione.

I tentacoli orbitali compariscono assai presto nelle larve di quelle specie che li hanno bene sviluppati allo stato adulto: la loro mancanza in una larva di *Blennius* rende probabile che questa si riferisce a specie di cui l'adulto non abbia tentacoli orbitali o li abbia molto piccoli.

In quanto al numero dei raggi delle pinne, quelli delle pinne verticali sono in numero molto incostante; quelli della codale difficilmente determinabili con precisione. Invece i raggi delle pinne pettorali, generalmente poco considerati nei Blennii, acquistano assai presto il loro numero definitivo, il quale è perfettamente fisso per ciascuna specie. A norma di questo criterio, le specie napoletane del genere possono dividersi in tre gruppi:

a) con 12 raggi pettorali:

Bl. galerita L.
» *ocellaris* L.
» *Canevae* Vincig.[1].

Ultimamente il Vinciguerra ha descritto una nuova specie mediterranea con 12 raggi pettorali cui ha dato il nome di *Bl. nigriceps*[2].

[1] Di questa specie ho veduto un solo esemplare napoletano pescato presso il Castello dell' Ovo.

[2] Ann. Mus. Civ. Genova vol. XVIII p. 537. Tav. I. fig. 5.

Digitized by Google

b) con 13 raggi pettorali:

Bl. trigloides C. V.

» *sanguinolentus* Pall.

c) con 14 raggi pettorali:

Bl. gattorugine L.

» *sphinx* C. V.

» *tentacularis* Brünn.

» *pavo* Risso.

Hanno del pari 14 raggi alle pettorali i *Bl. basiliscus* C.V., *Rouxi* Cocco, *lineatus* Guich. e *crinitus* C. V., non trovati finora nel Golfo di Napoli, come risulta dell' esame di esemplari determinati dal prof. Giglioli ed esistenti nella collezione italiana del R. Museo di Firenze.

Le larve pelagiche finora riscontrate nel golfo di Napoli appartengono a 6 forme che si partiscono anch' esse in 3 gruppi a norma del numero dei raggi pettorali:

a) con 12 raggi: due forme, di cui una è il *Bl. macropteryx* Rüpp.

b) con 13 raggi: due forme.

c) con 14 raggi: due forme.

1. Il *Bl. macropteryx* (fig. 15, 21 e 22) è facilmente riconoscibile dalla lunghezza straordinaria delle pinne pettorali: vivo, esso offre un colorito giallognolo, più intenso sulle pinne pettorali, che portano fra i loro raggi numerose macchioline nere. Il capo e specialmente le meningi del cervello sono più meno pigmentati in bruno, e gli occhi hanno l'iride argentina: anche la vescica natatoria è bruna; il peritoneo argentino risplende attraverso le pareti addominali trasparenti. Negli individui più avanzati nel loro sviluppo, si notano delle fasce brune poste trasversalmente sul dorso e macchie sui fianchi (fig. 22), le quali, per la loro distribuzione, corrispondono abbastanza bene con i disegni che si osservano nei giovani esemplari del *Bl. galerita*. Questa colorazione delle larve non è costante, o meglio non è egualmente sviluppata in tutti gli esemplari della medesima statura, potendosi trovare individui di 20 mm e più, ancora privi affatto di macchie e fasce brune. Negl' individui più sviluppati, il capo porta, nella linea mediana, piccole sporgenze che corrispondono bene alle appendici del *Bl. galerita* adulto; non vi sono tentacoli orbitali e soltanto piccolissimi tentacoli alla narice inferiore. Questi caratteri e il numero 12 dei raggi pettorali mi sembrano provare a sufficienza che questa forma non può essere altro che la larva del *Bl. galerita*. Gli esemplari più grandi osservati avevano la lunghezza di 24 mm.

Digitized by Google

Ho rappresentato a fig. 29 un piccolo *Blennius* lungo $7^1/_2$ mm che probabilmente appartiene a questa forma, forse pure alla forma seguente, ma che ha ancora la corda dorsale diritta e la pinna codale inferiore, con raggi poco distinti: le altre pinne verticali senza raggi definitivi, le pettorali non ancora abbastanza sviluppate per poterne determinare il numero dei raggi: evvi una pinna preanale.

Vinciguerra ha supposto[1] che il *Bl. macropteryx* fosse larva del *Bl. trigloides*; il diverso numero dei raggi pettorali esclude assolutamente questa ipotesi. L'ittiologo genovese soggiunge intanto che la lunghezza delle pinne è variabile, la qual cosa mi fa supporre ch' egli abbia confuso questa forma con la vera larva del *Bl. trigloides* che descrivero in appresso.

2. Questa forma larvale (fig. 16 e 23) fornita come la precedente di 12 raggi pettorali ne differisce per i caratteri seguenti: allo stato fresco, le pinne pettorali e la colonna vertebrale offrono una pigmentazione ferruginea; le pettorali sono meno lunghe che nel *Bl. macropteryx*: il colore delle parti pigmentate del capo e del tronco è più scuro ed evvi una serie di cellule pigmentate brune oscurissime nella linea di separazione fra i muscoli laterali dorsali e ventrali; sul dorso, il pigmento bruno accenna alla formazione di sei doppie fasce trasversali più ò meno distinte; evvi pure molto pigmento nero nelle pinne pettorali, nelle ventrali e un poco alla base dell' anale; non v' è nessuna traccia di tentacoli orbitali, neanche nei più grandi esemplari osservati (21 mm), nè vi hanno altre appendici alla superficie del capo.

Fu mio primo pensiero che questo pesce fosse la larva del *Bl. ocellaris*, ma diverse ragioni mi fecero tosto abbandonare questo concetto: anzitutto la colorazione mal si accorda con quella costantissima del *Bl. ocellaris*, che ha cinque fasce larghe alternanti con altre molto più strette; poi questa specie ha tentacoli orbitali sviluppatissimi, di forma speciale. In un esemplare di fondo lungo non più di 24 mm tutti questi caratteri erano già sviluppati e la pinna dorsale alta era già munita della sua macchia oculare.

Esclusa questa ipotesi resta, fra i Blennii con 12 raggi pettorali, il solo *Bl. Canevae* che ha tentacoli orbitali piccolissimi e la cui pigmentazione, come apparisce dalla figura data dal Vinciguerra[2] e anche dall' esame di un esemplare vivente, offre nella sua distribuzione punti di confronto con la nostra larva.

---

[1] Annali del Museo Civico di Storia naturale di Genova. XV, p. 18.

[2] Annali del Museo Civico di Genova, XV, p. 21.

Digitized by Google

3. Delle due forme larvali con 13 raggi pettorali, l' una (fig. 17, 24 e 25) è priva affatto di tentacoli orbitali: allo stato vivente, ha il capo e la regione opercolare più o meno pigmentati di bruno e di rossigno, la vescica natatoria bruna, e negli esemplari più grandi, il dorso porta quattro fasce trasverse brune più o meno distinte che, per la loro posizione, corrispondono bene alle prime quattro fasce oscure di giovani esemplari del *Bl. trigloides*. Le pinne pettorali sono di un bel colore giallo limone, più o meno tinte di rosso alla base, e sparse, fra i raggi, di numerose macchioline brune o nere: tali macchioline sono più stivate negl' individui giovanissimi, per cui, in questi, le pinne pettorali appariscono brune. Nell' alcool, come al solito, il giallo e il rosso spariscono presto e rimane solo il pigmento granulare bruno. Mentre il tentacolo orbitale manca, evvi un piccolo ma ben distinto tentacolo alla narice inferiore.

Di tutte le larve pelagiche di *Blennius* questa è la più ovvia: credo poterla riferire senza nessun dubbio al *Bl. trigloides*.

4. Altra larva di *Blennius* con 13 raggi pettorali è rappresentata dalle figure 18 e 26: vivente, essa è debolmente pigmentata, col capo posteriormente di un bruno pallido, la vescica aerea con poco pigmento, le pinne pettorali prive di pigmento giallo, ma cosperse di macchioline brune o nere, più grandi e meno numerose che nella forma 3: le pinne stesse sono più brevi: *la codale è sparsa di cellule pigmentate nerissime*, e simili elementi scuri si trovano lungo la base della dorsale e fra i suoi primi raggi, come pure sulle ventrali. Negli esemplari più grandi, il dorso porta le tracce di sei paia di fasce brune. Evvi un piccolo tentacolo orbitale semplice ed un altro quasi simile alla narice inferiore.

Per criterî d' esclusione e in ragione dei due caratteri del numero di raggi pettorali e della presenza di tentacoli orbitali, devo ritenere che questa sia la larva del *Bl. sanguinolentus*; ma ciò come semplice ipotesi, non avendo ottenuto finora esemplari giovani del *Bl. sanguinolentus*, i quali potessero essere utilmente confrontati con le larve, in quanto alla pigmentazione molto caratteristica di queste ultime.

Le larve pelagiche con 14 raggi pettorali ci offrono maggiori difficoltà: esse appartengono a due sole forme, mentre nel golfo di Napoli conosco quattro forme specifiche adulte di *Blennius*, ed altre specie n'esistono ancora sulle spiagge d' Italia. Entrambe le larve in parola sono fornite di cirro orbitale: differiscono molto per la forma del corpo e per la pigmentazione. Onde definire le specie cui debbano riferirsi, dirò anzitutto che nessuna di queste larve può appartenere al *Bl. pavo*, perchè

Digitized by Google

in entrambe la pinna dorsale è staccata della codale, mentre nel *pavo* le due pinne sono fra loro continue. Restano in discussione fra le specie napoletane i *Bl. gattorugine*, *tentacularis* e *sphinx*.

5. Sotto questo numero, comprendo una forma piuttosto rara (fig. 19 e 27), distinta per la figura tozza e le pinne pettorali ricche di pigmento; la parte posteriore del capo e il peritoneo sono di colore piuttosto chiaro, per l' abbondante sviluppo di cellule argentee: in esemplari più grandi, si sviluppano sul dorso, d' avanti in dietro, sette fasce trasverse brune, che si prolungano alquanto (almeno la prima) sulla pinna dorsale: il numero e la posizione di queste fasce escludono che la larva in parola possa riferirsi ai *Bl. tentacularis* e *sphinx*; invece questa loro disposizione concorda coi disegni del *Bl. gattorugine*, alla quale specie credo che debba essere attribuita questa larva. Il più grande esemplare ch' io abbia visto misurava 22 mm (fig. 27).

6. Vengo all' ultima forma delle larve pelagiche di *Blennius* (fig. 20 e 28): essa è notevole per la figura allungata e per la trasparenza delle pinne pettorali, che non hanno pigmento nella loro espansione membranosa, ma soltanto nella porzione basale muscolare. Nonostante la statura assai piccola (i più grandi esemplari misuravano 16 mm), il cirro orbitale è notevolmente sviluppato. Le pinne ventrali sono, più che nelle altre forme, gracili e allungate. Il capo ha abbondante pigmento bruno e rosso (fig. 20). La mancanza di alcuno accenno di fasce trasversali sul tronco m' impedisce di pronunziarmi, in quanto alla specie cui debba appartenere questa forma larvale, e quantunque io sia propenso a riferirla al *Bl. tentacularis*, pure non posso escludere ch' esso appartenga forse invece al *Bl. sphinx*. Tale questione potrà essere risoluta solo quando si avranno gli stadî di passaggio dalla larva alla forma adulta corrispondente. Intanto ho avuto in questo autunno, fra numerosi giovani del *Bl. tentacularis*, anche un esemplare di fondo lungo non più che 16 mm il quale già presentava fasce trasversali verdognole simili a quelle di certe forme adulte; i tentacoli orbitali erano ancora piccoli e semplici; per la forma generale, questo pesciolino era molto simile alle larve pelagiche. Ciò non basta però a mio avviso a stabilirne la indentità specifica.

Interessante argomento sarebbe uno studio delle varietà del *Bl. tentacularis*, le quali differiscono fra loro non solo nella forma e disposizione dei tentacoli, ma ancora nella distribuzione delle fasce pigmentate e nelle proporzioni del corpo. Io mi sono assicurato che queste differenze non stanno in relazione nè con l' età nè col sesso, ma sono caratteri di razze abbastanza costanti, benchè non manchino fra loro forme intermedie.

Digitized by Google

Ho detto sopra che non ebbi larve pelagiche del *Bl. pavo*, quantunque questa specie non sia rara a Napoli: invece ebbi moltissimi giovani di fondo di cui i due più piccoli misuravano 23 e 26 mm. Offrivano già tracce delle fasce e dei punti azzurri dell' adulto: la loro pigmentazione subiva profondi mutamenti, secondo l' illuminazione e il colore del fondo dei recipienti, passando dal bruno-nero al verdognolo chiaro: sempre una fascia longitudinale mediana pallida si estendeva, sul dorso, dal muso fino alla base della pinna dorsale. Uno di questi esemplari ed un altro più grande avevano fra i primi raggi dorsali una macchia nera con riflessi azzurri, quale si osserva di solito nei *Bl. sanguinolentus* e *tentacularis*.

Non so se nella evoluzione del *Bl. pavo* manchi forse uno stadio pelagico o se questo sia di tanto breve durata da rendere difficile scoprirlo: non mi farebbe meraviglia che anche altre specie siano, quasi fin dallo schiudere, littorali e che perciò, quantunque non rare a Napoli, le loro larve siano sfuggite finora alle mie ricerche.

IX. Ancora poche parole sulle forme giovanili dei Macruridi.

In una recente pubblicazione[1], il sig. Facciolà, descrivendo una nuova forma di pesce da lui osservata a Messina, contradice l' ipotesi da me formolata un tempo che il *Krohnius filamentosus* Cocco sia larva del *Macrurus coelorhynchus*; egli sembra ignorare che questa opinione era stata già da me stesso abbandonata, come risulta dal n. II di queste contribuzioni[2], ove ho dimostrato l' inverosimiglianza della mia antica ipotesi, sostituendola con altra più plausibile, cioè che il *Krohnius* appartenga come larva ad un *Coryphaenoides* o ad un *Malacocephalus*. Gli stessi criterî da me addotti ivi per negare la pertinenza del *Krohnius* al genere *Macrurus*, mi pare che valgano pur ad escludere da questo genere l' animale descritto dal sig. Facciolà. Secondo la descrizione e la figura, non solo, ma ancora secondo esemplari consimili che esistono nel Museo di Firenze, questo pesce certo non è un *Macrurus*, ed offre rassomiglianze col genere *Malacocephalus*, come pensa pure il prof. Giglioli; ciò provano la bocca laterale e non inferiore, i rilievi del capo poco marcati, il muso troncato in avanti e le squame in parte liscie: questo pesce merita di essere ulteriormente studiato. Certo non è ammissibile la riduzione

---

[1] Bullettino scientifico dei prof. Maggi, Zoja e De Giovanni, IV, p. 9.

[2] Memorie della R. Accademia dei Lincei. Serie 3, Vol. III. Mittheil. aus d. Zoolog. Station. I. 4.

Digitized by Google

di numero dei raggi della pinna pettorale, che sarebbe necessaria per aversi la trasformazione del nuovo pesce in un *Macrurus coelorhynchus*. come vorrebbe il Facciolà. Inoltre parmi che la presenca di uova debba essere riguardata come un carattere di non poco conto, per riconoscere se un pesce abbia acquistato la sua forma definitiva. Fino ad oggi, non è conosciuta nessuna specie di pesce che sia feconda prima di avere acquistato i caratteri esterni di una forma adulta.

L'esame di esemplari del pesce descritto dal Facciolà (*Malacocephalus?*) e di un bellissimo *Coryphaenoides* (*C. serratus*) del Mediterraneo nel Museo di Firenze m'induce a credere che il *Krohnius filamentosus* più che col primo possa aver relazioni col secondo: onde accertarmene pregai l'egregio dott. Palma, aiuto al Museo Zoologico di Napoli, di esaminare il primo raggio dorsale dell'esemplare di questo pesce ivi esistente, onde sapere se esso offre i denti di sega caratteristici del *Coryphaenoides* del Mediterraneo; sventuratamente, nel *Krohnius* di Napoli, del primo raggio dorsale non esiste altro che una piccola porzione basale e questa non offre alcun dente.

Digitized by Google

Spiegazione delle Figure[1].

Tavola 28.

Fig. 1. *Peloria Rüppeli* Cocco: piccolo esemplare ancora simmetrico.
» 2. d. individuo che incomincia a divenire asimmetrico, veduto dal lato sinistro; si scorge per trasparenza l' occhio destro migrante.
» 3. Lo stesso individuo dal lato destro (è disegnato il solo capo).
» 4. *Rhombus diaphanus* Raf. (larva del *Rhomboidichthys podas*).
» 5. Forma intermedia tra il *Rh. diaphanus* e il *Rh. podas*.
» 6. *Peloria Heckeli* (larva simmetrica del *Rh. podas*?).
» 7 e 8. Due stadii di sviluppo di uno *Scopelus* (*Sc. Rissoi*?).
» 9. Altra forma larvale di *Scopelus*.
» 10 e 11. Due stadii di uno *Scopelus*? notevole per le lunghe pinne pettorali.
» 13 e 14. Altra forma di *Scopelus*??
» 12. Larva giovinissima appartenente forse alla stessa specie delle figure 13 e 14.

Tavola 29.

Le fig. 15—20 sono disegnate dal vivo e ritraggono l' animale veduto dal dorso, come lo si vede quando nuota alla superficie del mare o riposa sul fondo di un bacino: sono destinate a far conoscere l' abito e i colori e non pretendono a grande esattezza dei contorni.

Fig. 15. Larva del *Blennius galerita* L. (*Bl. macropteryx* Ruepp.).
» 16. » » » *Canevae* Vincig.
» 17. » » » *trigloides* C. V.
» 18. » » » *sanguinolentus* Pall.
» 19. » » » *gattorugine* L.
» 20. » » » *tentacularis*. Brünn.?

Le fig. 21—29 sono ritratte da esemplari alcoolici con la massima esattezza possibile.

Fig. 21 e 22. Larva del *Blennius galerita*.
» 23. » » » *Canevae*.
» 24 e 25. » » » *trigloides*.
» 26. » » » *sanguinolentus*.
» 27. » » » *gattorugine*.
» 28. » » » *tentacularis*.
» 29. » di *Blennius* sp.? forse *galerita* o *Canevae*: il numero dei raggi pettorali non è esattamente determinabile; i raggi codali sono tutti inseriti al disotto dell' asse del corpo; evvi una piccola preanale *x*.

---

[1] N. B. Le linee poste accanto o sotto alle figure indicano la grandezza reale degli esemplari figurati: tutte le figure ad eccezione delle fig. 15—20 sono disegnate col soccorso della camera lucida.

Digitized by Google

Note on the structure and relations of the kidney in Aplysia.

By

J. T. Cunningham, B. A.
Fellow of University College, Oxford.

With plate 30.

The notices which I have been able to find in Zoological literature on the kidney of Aplysia are scanty and somewhat obscure. Delle Chiaje[1] describes the »triangular gland« as large and pink in color; he says that its anterior border forms the boundary of the pericardium, that its left margin is reflected at the wall of the abdomen, while its right circumscribes the bottom of the branchial cavity, and that its inferior face is in contact with the intestinal tube. This description of the general relations of the organ is to a great extent correct, though somewhat incomplete. He then proceeds to discuss the function of the gland; he says it was the opinion of Cuvier that in A. fasciata the triangular gland secreted the purple fluid, which the animal gives out and which in his own opinion is derived from superficial small glands of the mantle: the latter are violet in color, while the triangular gland, when pressed or cut, gives no trace of purple fluid and is itself of a pinkish white tint. He mentions the fact, that in A. leporina, Cuvierana and Poliana the fluid secreted by the superficial glands of the mantle, is white and viscous, and then suggests that the function of the triangular gland is to secrete the »bony molecules« of the shell, both gland and shell being absent in Notarchus. The interesting hypothesis of the great Neapolitan Naturalist would derive some support from the latter fact, if it were true; but although Notarchus does not possess a shell, its renal organ is a gland

[1] Delle Chiaje, Animali senza vertebre del Regno di Napoli. Napoli 1841. Vol. II p. 64.

Digitized by Google

corresponding in almost every respect with the »triangular gland« of Aplysia. Notarchus may be described as an Aplysia, in which the lateral lobes have fused together along their free edges above the mantle from behind forwards, a small aperture being left anteriorly, by which the chamber so formed communicates with the exterior. When these fused lobes are cut away, the upper surface of the mantle is seen quite bare with the pericardium in front and behind it the kidney, which though relatively smaller than in Aplysia, is still of considerable size.

I have not been able to consult CUVIER's Memoirs on Mollusca, as the library of the Zoological Station does not possess a copy of them, but the figures of the anatomy of Aplysia in BRONN's Thierreich [1], which are taken from that work, are not clear as to the relations of the renal organ. There is a reference letter to the opening of the renal organ in the description of the plate, which cannot be found anywhere in the plate itself. In the text all that is said of the kidney, is that its external opening is situated beneath the branchia, a statement which is taken from an incidental remark of LACAZE-DUTHIERS in his Memoir on Pleurobranchus aurantiacus [2].

The nomenclature of the species of Aplysia is somewhat uncertain. The examples which I have used in the Zoological Station belong to two large species which are both very plentiful: they are known by the names Aplysia leporina and Aplysia depilans. The size of these is usually about 6 inches in length and 3 or 4 in breadth and height. There is a 3rd species common at the Station which is much smaller, not exceeding $1\frac{1}{2}$ inches in length. The first of the three mentioned is black in color, with white flecks here and there, which are caused by groups of small opaque white spherules in the skin; it is usually the largest in size, it is flaccid when handled, and possesses very little muscular power: its lateral lobes are easily spread open and are only slightly fused together behind. It gives out from the cutaneous glands on the under surface of the free lobe of the mantle a large quantity of purple fluid, and its poison gland has a single external opening, which is small and circular in shape and is situated behind and to the right of the genital aperture. In giving out a purple fluid and in having a common aperture for the poison glands, this form agrees with the A. fasciata, camelus and Neapolitana of DELLE CHIAJE, and therefore it will be convenient to call it as Dr. BLOCHMANN does, A. camelus Cuv.

---

[1] KEFERSTEIN, Weichthiere. 1862—1866. Taf. LXV.

[2] Ann. Sci. Nat. 4th Ser. Vol. XI p. 257.

Digitized by Google

The second form mentioned varies in color from yellowish brown to light reddish brown, sometimes having lighter colored spots; it has strong powers of contraction; its lateral lobes are fused together posteriorly to the level of the mantle-siphon and are difficult to separate; its mantle glands exude a white viscous fluid, and its poison glands open by many openings grouped over an elliptical area behind the genital opening. In these characters it agrees with the A. leporina, Cuvierana and Poliana of DELLE CHIAJE; but it is best to retain for it the name A. depilans L. with Dr. BLOCHMANN. The third form I have not used for my preparations; it exudes a purple fluid and has the opening of the poison glands as in A. depilans: Dr. BLOCHMANN calls it A. punctata. The first form has no opening in the duplicature of the mantle which covers the shell; the other two have a circular opening in the centre of the shell-covering of considerable size. Both A. camelus and A. depilans have a somewhat strong characteristic smell which is stronger in the latter.

In order to see the kidney, which is the triangular gland of DELLE CHIAJE, the lateral lobes of one of the larger forms are separated or cut away; the covering of the shell is then removed with the scissors and the shell taken away, then in the area which was covered by the shell, are seen the pericardium anteriorly and the surface of the kidney; the latter is of a light yellow color and its front edge runs along the posterior border of the pericardium, from which it extends backwards growing narrower towards its posterior rounded termination in the left corner of the area covered by the shell. To the right of the kidney is the free mantle fold which forms the roof of the gill-cavity. The shell extends nearly but not quite to the edge of this fold. To the left the upper surface of the kidney extends beneath the skin, which lies between the shell area and the left lateral lobe or epipodium, for some distance. When the pericardium is cut open, the anterior face of the kidney is seen forming the posterior wall of the pericardium, and at the lower edge of this face to the right close, to the auricle is seen the depression leading to the canal which forms the communication between the pericardium and the cavity of the kidney. The relations now described are seen in fig. 1, which represents a view of the dorsal surface of A. depilans: the epipodia have been cut away along the line *ep*; the shell has been taken out from its chamber and part of the mantle fold which covered the shell is seen turned aside at *mf*; the pericardium is laid open and the position of the reno-pericardial opening is seen at *sp*. The floor of the shell chamber is formed on the left by the upper surface of the kidney (*k*, fig. 1) and on the right by the free part of the mantle which forms a thin trans-

Digitized by Google

parent membrane. To examine the surface of the kidney which lies in the wall of the branchial cavity, the animal is turned slightly on its left side and the mantle fold drawn to the left as far as possible so as to expose the cavity completely. The branchial cavity is divided into two compartments by the gill which is in the form of a triangle with the apex curved towards the posterior end of the animal and attached continuously along the base. This line of attachment runs across the surface of the kidney, a small part of which is seen above the gill and a larger part below. The external opening of the kidney is a small aperture below the line of attachment of the gill, close to the latter and near its posterior extremity. In the living animal the opening is seen to expand and contract. A better view of the branchial cavity is seen, when the gill is cut away near its base as in fig. 2, where *br* represents the remains of the gill so removed. In the same figure the so called siphon or semitubular prolongation of the mantle is seen at *si*; on the inner surface of the siphon, near the angle where its lower border joins the body is the anus, *an*. The lower side of the anterior end of the gill-attachment carries the olfactory organ of SPENGEL, *ol*: the opening of the kidney is shown at *eo*: the area occupied by the »poison glands« *pg* is on a level with the anterior end of the gill, inside the line of origin of the right epipodium and in front and to the left of these are the genital opening, *go*, and the commencement of the seminal groove *sg*.

All the surfaces of the kidney have now been described except that which is turned towards the internal organs of the body: this is quite flat and lies upon the rounded mass formed by the large liver and the convolutions of the intestine to which it is attached. This internal surface extends from the lower boundary line of the surface belonging to the branchial cavity, to the outer boundary line of the dorsal surface, and as the branchial cavity is very deep, the internal surface of the kidney is of slight extent.

To determine the position and nature of the renopericardial opening, which cannot be done by mere dissection, I injected the pericardium with a cold solution of Berlin blue in weak oxalic acid, in the fresh animal. The injection ran down into the kidney along a line parallel and close to the attachment of the gill, and its course could be seen when the branchial cavity was examined. I then dissected out the kidney hardened it and cut a series of sections perpendicular to the surface bordering the pericardium and parallel to the direction taken by the injection. This method is excellent for tracing similar passages, as the injection remains attached to the surfaces it has reached, and does not

Digitized by Google

interfere with the processes of preparing or cutting. In this case it was not necessary to trace the injection through a number of successive sections, because the sections being thin, the passage not very minute and the direction of the sections the same as that of the passage, two or three of the series showed the whole canal from the cavity of the pericardium to that of the kidney. One of these sections is given in fig. 3, where the dorsal part of the kidney is to the left and the ventral to the right. The pericardial cavity, *pc*, is seen at the top of the section and from it runs down a narrow canal containing the blue injection and opening below into the cavity of the kidney, *kc*. In the middle of its length the canal is divided into two by a band of connective tissue, *x*, which appears to be chiefly cellular. On the right of the figure is shown the wall of the branchial cavity consisting of muscular fibres and connective tissue intertwined in all directions, *ct*, and containing irregular blood-spaces, *bl*. The epithelium covering the wall of the branchial cavity is composed of very small cells, like the external epithelium of the rest of the surface of the body, and is represented as seen under low power by a dark line. No epithelium can be seen lining the wall of the pericardium, but the canal of communication is lined by an epithelium composed of cells of considerable size; whether this epithelium is ciliated or not I have not determined; cilia cannot be detected in the sections.

The cavity of the kidney is divided by flat trabeculae of connective tissue which start from the wall of the cavity, into a number of communicating chambers and passages of various sizes; and the cavity communicates with the exterior by the small circular opening whose external position and appearance has already been described, fig. 2 *eo*. In order to examine more minutely the nature of this opening I cut a series of sections through the part of the kidney containing it. For this purpose the posterior end of the kidney was taken and cut into sections, whose plane is perpendicular to the wall of the branchial cavity and to the dorsal surface of the kidney. One of these sections passing through the external opening is represented in fig. 4; where the wall of the branchial cavity and the opening of the kidney are seen on the right side. The opening is seen to be lined by a columnar epithelium continuous with that of the branchial cavity, on one side and passing into the renal epithelium on the other. The contractions and expansions of the opening are due to the ordinary musculature of the body wall.

The appearance presented by the renal tissue under a low power is seen in figs. 3 and 4. The trabeculae in section are seen as thin

Digitized by Google

deeply stained lines forming a network without any regular arrangement and on each side of these lines is seen the renal epithelium. In the upper part of fig. 3 the renal epithelium is not drawn. The smaller spaces enclosed by the trabeculae in the sections are filled completely by the outlines of the vesicular renal cells. This seems to be due to the continual proliferation of the cells of the renal epithelium, the escape of the mature cells being impeded by the narrowness of the intertrabecular spaces. The trabeculae are in many places extremely thin and no blood lacunae can be detected in these, the epithelium covering them deriving its nourishment from the blood, which they absorb from neighbouring lacunae: probably some lacunae, wich exist in the living animal, are obliterated by the contraction, which takes place during the process of preparation. But a great many of the trabeculae are hollow consisting of two membranes enclosing a blood lacuna between them; in the sections such blood lacunae may be seen extending along the trabeculae for some distance and containing blood corpuscles; in some places, especially where the trabeculae take their origin from the side of the renal cavity towards the wall of the branchial chamber, there are blood lacunae of considerable size traversed by delicate strands of connective tissue (fig. 3 *bl*[1]). In fig. 5 a portion of a trabecula with a blood lacuna running along it axially is figured as seen under high power; it is taken from a section from the posterior part of the organ. Muscular tissue is present in the trabeculae here and there, but not in any great quantity. An example is given in fig. 6, where the central part of the trabecula is occupied by a band of parallel muscular fibres; the renal epithelium in this particular part of the section was not well preserved.

The renal epithelium of Aplysia seems somewhat different at first sight to that which is characteristic of most Gasteropoda: but it has the same fundamental structure. When a portion of the kidney in the fresh state is teased up on a slide and examined under the microscope, the field of view is seen covered with vesicular cells of various sizes containing concretions. Most of the cells are quite free, and spherical in shape; in some of them a layer of transparent protoplasm extends round part of the circumference, but no nucleus can as a rule be distinguished even after the addition of acetic acid; sometimes as in *f* fig. 7 an elliptical body is seen in the protoplasm, which may be a nucleus, but the whole is so transparent, that its nature cannot be distinctly made out. In sections large nuclei are seen belonging to the cells of the renal epithelium as in fig. 5. In a teased preparation the upper surface of the epithelium is often seen, slightly pressed by the cover glass, and the appearance it

Digitized by Google

presents is shown in fig. 7*a*. The cells here have a somewhat polygonal shape due to mutual pressure; inside them are seen the brown or black concretions, and occasionally the outline of part of one cell is seen through another which lies over it. The shape and quantity of the concretions varies in different cells: the most common form is that of an aggregation of minute spherical molecules, which often show a trembling motion, the Brownian movement; but occasionally a cell contains a single large crystal, whose shape is a regular pyramid with a square base (fig. 7 *b* and *c*). When a little of the contents of the kidney is pressed by gentle pressure from the external opening of the organ and examined the material so obtained is found to consist of cells similar to those in teased preparations of the renal tissue, and of débris derived from such cells. The entire cells are often still connected together in masses and groups as seen in fig. 8.

I have not been able to find any ciliated cells in either sections or teased preparations from the kidney of Aplysia, although the vesicular renal cells containing concretions are ciliated in many Gasteropods e. g. Patella: in this respect Aplysia agrees with Pleurobranchus according to Lacaze-Duthiers[1], with Tethys according to von Ihering[2], and with Tritonia according to my own observations.

The process of renal secretion evidently takes place as in other Gasteropods, e. g. Patella and Tethys, by the development of a vesicle in each epithelial cell as it matures and the escape of the cell, when the vesicle is fully developed. The proper excretion of the organ consists in the concretions and fluid contained in the vesicles. The escape of the vesicular cells from the external opening, their loose attachment in teased preparations, and the appearances to be seen in sections all point clearly to this as the method of secretion; but I have not followed out completely either in sections or teased preparations the various stages of development of the renal cells.

Morphologically the kidney of Aplysia corresponds in its relations to other organs, with the kidney of those Prosobranchia in which the organ is single and with the left renal organ of Zeugobranchia and of Patella: the external opening lies in front of the anus on the right side, as would be the case in a typical Prosobranchiate e. g. Tritonium, if we suppose the twisting, which has carried the gill, rectum and renal organ to the anterior part of the dorsal surface, to be reversed to a certain

---

[1] Ann. Sci. Nat. 4th Ser. Vol. XI.

[2] Morph. Jahrbuch. Vol. 2.

Digitized by Google

extent, till these organs lie on the right side. What is known of the development of Nudibranchs indicates that they are to be derived from forms similar to the Anisobranchia (or Ctenobranchia in CLAUS' Zoologie) among the Prosobranchiata. Unfortunately little is known of the position of kidney, gill and rectum in the young stages of Aplysia or other forms among the Tectibranchiata; but from the appearance of the embryo it seems probable, that the relations of these parts in the latter are similar to those which obtain in the adult Anisobranchia, and that in the course of growth an actual untwisting takes place, which carries the organs from the anterior dorsal surface to the right side.

Explanation of Figures.

Plate 30.

Fig. 1. Dorsal surface of Aplysia depilans; the epipodia have been cut away along the line *ep*, the shell cavity has been opened and the shell removed, and the pericardium laid open.

k kidney.
mf fold of the mantle which lies above the shell.
si tubular prolongation of mantle, or siphon.
m free lobe of the mantle.
sg seminal groove.
rp depression containing the opening from pericardium into kidney.

Fig. 2. View of the branchial chamber of A. depilans. The free fold of the mantle has been drawn as far as possible to the right side so as to expose the chamber completely, and the branchia has been cut away.

k kidney.
eo external opening of kidney.
an anus.
pg area covered by openings of poison glands.
go genital opening.
sg seminal grove.
si siphon.
ol olfactory organ of SPENGEL.

Fig. 3. Section of kidney perpendicular to the dorsal surface and to the face bordering the pericardium. The section passes through the canal leading from the pericardium to the cavity of the kidney. ZEISS aa.

pc pericardial cavity.
kc cavity of kidney.
cl connective and muscular tissue.
bl blood lacuna.
ke kidney epithelium.
rpc renopericardial canal.

Digitized by Google

Fig. 4. Section passing through external opening of kidney. Zeiss aa.
eo external opening of kidney.
bl blood lacunae.
br origin of branchia.
f^1 right hand fold to cover the shell.
f^2 left hand ditto.
ep^1 epithelium lining shell cavity.
ep^2 epithelium of the body surface between the left epipodium and the mantle.
mu musculature.

Fig. 5. Sections of a trabecula containing a blood lacuna. Zeiss E. Oc. 4.
rep renal epithelium.
bl blood lacuna.
blc blood corpuscles.

Fig. 6. Section of a trabecula containing muscular fibres. Zeiss E. Oc. 4.
rep renal epithelium.
mu muscular fibres.

Fig. 7. From a fresh teased preparation of the renal tissue. Zeiss E. Oc. 4.
a surface of the renal epithelium.
b and *c* cells containing a crystal.
d cell containing crystal and irregular concretion.
e concretions escaped from cells.
f cell with protoplasm and nucleus (?).

Fig. 8. Cells pressed from external opening of the renal organ.

Digitized by Google

Neuerungen in der Schneidetechnik.

Von

A. Andres, W. Giesbrecht und P. Mayer

in Neapel.

Mit 2 Holzschnitten.

Wie bereits in einer früheren Publikation[1] dargelegt wurde, ist in der Zool. Station zur Gewinnung von Schnittserien die Einbettung der Objecte in Paraffin allgemein gebräuchlich. Gegen sie ist nicht selten mündlich der Einwand erhoben worden, zarte, stark wasserhaltige Gewebe würden bei der Einwirkung von Mitteln, wie Terpentinöl oder Kreosot, besonders in der Wärme zu sehr schrumpfen, und es wäre desshalb unerlässlich, sie mit Gummi, Gummiglycerin oder ähnlichen Substanzen zu tränken, oder zwischen Leberstückchen zu schneiden, oder in Seife oder Eiweißmasse einzubetten. Eine Zeit lang konnte allerdings dieses Bedenken für berechtigt gelten, da in der That manchmal auch bei der sorgfältigsten Manipulation Schrumpfungen eintreten. Indessen hat das zuerst von GIESBRECHT[2] und einige Monate später auch von BÜTSCHLI[3] angegebene Verfahren, als Lösungsmittel für das Paraffin Chloroform anzuwenden und bei der ganzen Einbettungsoperation einen plötzlichen Wechsel der Flüssigkeit sowohl als auch der Temperatur nach Möglichkeit zu vermeiden, alle Übelstände gehoben. Erwägt man nun, dass beim Schneiden von Paraffin das Messer trocken geführt werden kann, dass die Schnitte sich auf das bequemste mittels der Schellackmethode[4] auf dem Objectträger direct festkleben lassen, und nach Begießen mit Terpentinöl unmittelbar für den Balsam reif sind, so darf man wohl behaupten, dass die Paraffinmethode die beste

[1] PAUL MAYER, Über die in der Zool. Station zu Neapel gebräuchlichen Methoden zur mikroskopischen Untersuchung. in: Mitth. a. d. Zool. Station Neapel. 2. Bd. p. 1—27. Einbettungsmethoden p. 26.

[2] WILH. GIESBRECHT, Zur Schneidetechnik. in: Zool. Anzeiger. 4. Jahrg. p. 483—484. Nr. 92 vom 12. Sept. 1881.

[3] O. BÜTSCHLI, Modification der Paraffineinbettung für mikroskopische Schnitte. in: Biolog. Centralblatt. I. p. 591—592. Nr. 19 vom 28. Dec. 1881.

[4] W. GIESBRECHT, Methode zur Anfertigung von Serienpräparaten. in: Mitth. a. d. Zool. Stat. Neapel. 3. Bd. 1882. p. 184—186.

Digitized by Google

unter den zur Zeit bekannten Einbettungsarten ist und kein Grund dazu vorliegt, zu einer der älteren Methoden zurückzukehren.

Beim Schneiden des Paraffines mit trockenem Messer rollen sich bekanntlich die Schnitte sehr leicht auf. Es wurde daher früher[1] ein kleines Schäufelchen verwandt, welches dicht über dem Object schwebend gehalten wurde und in der That gute Dienste leistete. Indessen zeigte es sich — und hierauf machte uns zuerst Mr. CALDWELL, später Herr Dr. BLOCHMANN aufmerksam — dass bei quergestelltem Messer und bei einer gewissen Härte des Paraffines sich das Aufrollen mit sehr großer, allerdings nicht absoluter Sicherheit vermeiden lasse. Zugleich bietet die Querstellung des Messers noch einen andern Vortheil dar, nämlich den, dass bei geeigneter Schnittführung die Schnitte gleich den Proglottiden einer Taenia an einander hangen bleiben und so leichter und bequemer auf den Objectträger zu bringen sind. (Auch diese Eigenthümlichkeit wurde uns durch Mr. CALDWELL bekannt.) Hiernach möchte es fast überflüssig erscheinen, wenn wir noch mit der Beschreibung eines besonderen Mechanismus, des Schnittstreckers, hervortreten. Aber zunächst geht man bei dem Schneiden mit dem quergestellten Messer (»Quermesser«) ohne solchen Apparat nie absolut sicher, und dann möchten wir auf Grund unserer eigenen Erfahrungen diese Art des Schneidens doch nur in Ausnahmefällen empfehlen, nämlich nur dann, wenn die Objecte klein und gleichmäßig hart sind, während wir bei größeren Stücken ungleichmäßigen Gewebes nach wie vor die Längsstellung des Messers vorziehen, welche dann aber die Anwendung eines Schäufelchens oder eines Schnittstreckers unbedingt erfordert. Diesen Zwang hat auch F. E. SCHULZE[2] empfunden und daher einen derartigen Apparat ersonnen. Derselbe beruht im Wesentlichen darauf, dass ein kleiner Cylinder, von einem federnden Drahte getragen, auf der Schnittfläche mit sanftem Drucke aufliegt und so den Schnitt, wenn das Messer unter ihm durchfährt, am Aufrollen verhindert. Da aber der Draht am Objectschlitten befestigt ist, so wird der Cylinder, indem das zu schneidende Paraffinstück an Länge abnimmt, nach einiger Zeit einen andern Druck ausüben, als zu Anfang, mithin nicht während der ganzen Dauer des Schneidens gleichmäßig arbeiten können. Während wir nun einen ähnlichen Apparat bereits Ende 1881 fertiggestellt hatten, ihn jedoch des bezeichneten Übelstandes wegen aufgaben, verwirft SCHULZE umgekehrt ein dem unseren ähnliches Instrument zu

[1] MAYER, l. c. p. 26.

[2] F. E. SCHULZE, Ein Schnittstrecker. in: Zool. Anzeiger. 6. Jahrg. 1883. p. 100—103.

Digitized by Google

Gunsten des seinigen. Indessen hat sich unser Schnittstrecker bereits etwa ein Jahr lang im Gebrauche bewährt und ist auch seit einigen Monaten von R. JUNG in Heidelberg auf Verlangen seinen Mikrotomen beigegeben worden. Unser Schnittstrecker ist nämlich am Messer selbst befestigt und behält während des Schneidens beständig die Stellung zur Schneide bei, welche ihm zu Anfang gegeben wurde, wirkt also gleichmäßig und sicher.

Sein wesentlichstes Stück (s. beistehende Figur) ist ein cylindrischer Stahlstab *f*, welcher genau parallel zur Messerschneide und dicht über ihr schwebt, und zwar so, dass bei weiterer Senkung die tiefste Linie seines

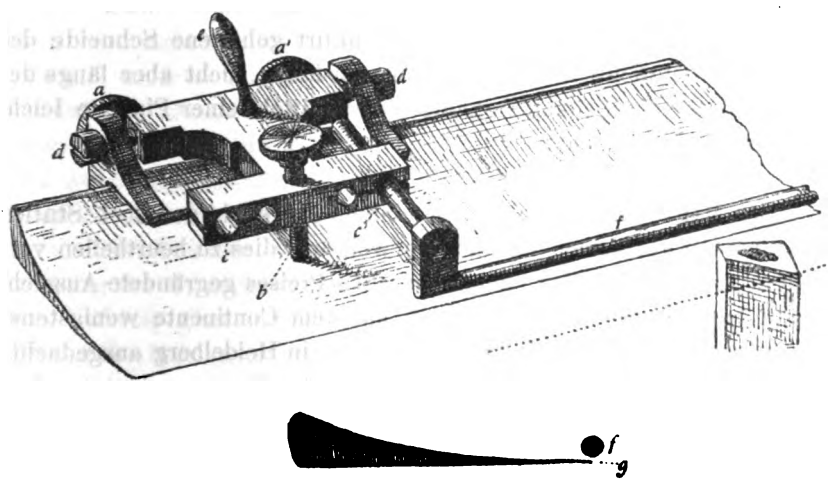


Fig. 1.

Mantels genau in die Schneide des Messers fallen würde. Er zwingt daher die Schnitte, zwischen ihm und ihr durchzugehen. Die Parallelstellung des Stabes zur Schneide in der Vertikalebene erzielt man durch Drehen seines Zapfens im Loche *c* oder *c'*, die Parallelstellung in der Horizontalen durch die Schrauben *a* und *a'*, welche gegen den Messerrücken wirken, den vertikalen Abstand von der Schneide, welcher sich nach der Dicke der Schnitte richten muss, durch die Schraube *b*. Der ganze Apparat wird vom Ende des Messers aus auf dasselbe aufgeschoben und hält sich durch zwei auf die Unterfläche desselben drückende Federn. Das Gelenk *dd* giebt die Möglichkeit, den Stab mit seinem Halter mittels der Handhabe *e* so weit zurückzulegen, dass Schneide und Stab nach Bedarf gereinigt werden können. Endlich ist für Schnitte von großer

Digitized by Google

Ausdehnung ein sehr dicker, für sehr kleine ein dünner Stab beigegeben, die mit Leichtigkeit eingesetzt werden können.

Ist der Apparat in der beschriebenen Weise in Gang gesetzt, so wirkt er von Anfang bis zu Ende gleich gut. Nur bei Schnitten von bröckliger Konsistenz ist er nicht zu brauchen, indessen ist in solchem Falle überhaupt kein Schnittstrecker anwendbar, sondern hilft nur ein sehr langsames Schneiden und sorgsamste Anwendung des Schäufelchens. Der zu schneidende Paraffinblock wird zweckmäßigerweise so zugestutzt, dass er den in der Figur angegebenen Querschnitt darbietet. Man lässt auf der Seite nach der Schneide zu etwas Paraffin überstehen, damit das Messer, bevor es zum Objecte vordringt, schon etwas zu schneiden vorfindet, und schrägt die entgegengesetzte Seite ab, damit der Schnitt (wie es in der Figur die punktirt gehaltene Schneide des Messers verdeutlicht) nur mit der hinteren Ecke, nicht aber längs der ganzen Kante der Schneide anhafte, also mittels einer Pincette leicht abgehoben werden könne.

Das Mikrotom, welches seit einigen Jahren in der Zool. Station in Aufnahme gekommen ist und, so weit wir dies zu beurtheilen vermögen, trotz seines nicht unbeträchtlichen Preises gegründete Aussicht darauf hat, alle übrigen Mikrotome, auf dem Continente wenigstens, zu verdrängen, wurde von Prof. R. Thoma in Heidelberg ausgedacht[1] und von dem Mechanikus Herrn R. Jung daselbst angefertigt. Das wesentlichste Verdienst an ihm gegenüber den andern uns bekannt gewordenen dürfte darin liegen, dass sowohl der Messer- als auch der Objectsschlitten nur auf einigen »Punkten« laufen, statt entweder mit ihren ganzen Flächen oder doch wenigstens mit schmalen Schienen der Bahn anzuliegen. Diese »Punkte«, in Wirklichkeit sehr kleine Flächen von etwa 2—3 mm Durchmesser, genügen völlig zur Sicherung des Ganges und verringern andererseits die Reibung, machen es auch dem Schmieröl möglich, seitlich auszuweichen, so dass der Gang ein sehr stetiger wird. Ursprünglich hatten beide Schlitten je 5 »Punkte«, neuerdings läuft der Objectschlitten auf 6, was ein Überkippen desselben beim Schneiden ungewöhnlich großer Objecte verhindert.

Die Bekanntschaft mit diesen vorzüglich gearbeiteten Thoma'schen Mikrotomen, die in der Praxis übrigens mehr mit dem Namen der Jung'schen bezeichnet werden, verdanken wir Herrn Prof. Robby Koss-

[1] R. Thoma, Über ein Mikrotom. in: Virchow's Archiv, 84. Bd. 1881. p. 189—191. Neuerdings auch in: Journ. R. Micr. Soc. London. 2. Ser. Vol. III. 1883. p. 298—307. Mit Holzschn.

Digitized by Google

MANN. Wir fanden aber bald nach ihrer Einführung in den Gebrauch, dass an dem sog. mittleren Modell — nur auf dieses beziehen sich alle folgende Angaben — einige Änderungen nöthig werden würden, die jedoch das Princip des Instrumentes durchaus unberührt ließen[1]. Dahin gehört der so eben beschriebene Schnittstrecker, ferner die weiter zu beschreibende Einschnappvorrichtung an der Mikrometerschraube und der neue Objecthalter.

Die Einschnappvorrichtung hat den Zweck, den jedesmaligen Betrag der Drehung an der Mikrometerschraube dem Ohre vernehmbar zu machen und so das Auge, welches ohnehin schon genug beim Schneiden angestrengt wird, zu entlasten. Dies ist, wenn man viel mit dem Mikrotome zu arbeiten hat, namentlich mit Schnitten durch kleine Objecte, von Belang; wir stimmen daher auch nicht mit Prof. THOMA überein, wenn er meint »such complications are useful only for very special conditions« (l. c. p. 303). Auf unseren Wunsch hat Herr JUNG diese Vorrichtung an der Trommel der Mikrometerschraube angebracht und neuerdings ihre Brauchbarkeit noch dadurch erhöht, dass er nach Belieben des Schneidenden die Feder bei jedem einzelnen von den 15 Theilstrichen der Trommel oder bei einer ganzen oder $^1/_2$ oder $^1/_3$ Drehung der Schraube einschnappen lässt.

Nicht so ganz unwichtig erscheint uns ferner unser Versuch, den Objecthalter gründlich umzugestalten. Eine erste Probe der Art wurde bereits 1882 ausgeführt und gelangte auch unter dem von Herrn JUNG herrührenden Namen »Neapler Zange« in den Handel. Der jetzige leistet indessen, Dank dem thätigen Beistande des Herrn JUNG, bei Weitem mehr, als die eben erwähnte, die noch in mehrfachen Beziehungen unvollkommen war. Das Object ist jetzt in allen drei Richtungen des Raumes bewegbar, und zwar wird es senkrecht gehoben und eventuell auch um die senkrechte Achse gedreht aus freier Hand[2], in den beiden andern Ebenen hingegen beliebig durch Zahn und Trieb gestellt, so dass auch während des Schneidens mit Bequemlichkeit und Sicherheit Änderungen in der Richtung vorgenommen werden können. Wie die beistehende Figur zeigt, wird das Paraffinstück auf einen Hohlcylinder aus Metall, der innen ebenfalls mit Paraffin gefüllt ist, aufgekittet. Der Cylinder lässt sich in einem Würfel *a* auf- und abschieben und auch mit Hilfe der unten angebrachten 6 Löcher und des zuge-

[1] Dieses mittlere Modell hat eine Bahn von 27 cm und ein Messer mit einer Schneide von etwa 16 cm Länge.

[2] Auch hier Zahn und Trieb anwenden, hieße das Instrument unnöthig compliciren.

Digitized by Google

hörigen Metallstäbchens in ihm drehen; festgestellt wird er in jeder Lage durch einen Griff *b*, welcher ähnlich wie bei einem Schraubstocke wirkt. Die Drehung des Würfels innerhalb des Rahmens *c* um die Horizontalachse erfolgt durch den Trieb *d*, die Fixirung durch die kleine Schraube *e*, deren Kopf mit Löchern für eben dasselbe Metallstäbchen versehen ist, und welche das eine Lager des Würfels um die Achse desselben presst. In gleicher Weise wird der Rahmen um die in der Längsrichtung des Schlittens gelegenen Achse gedreht und durch Schraube *f* fixirt. Durch das Anpressen der Lager um die Achsen ändert sich die Lage des Objectes höchstens um $^1/_{200}$ mm.

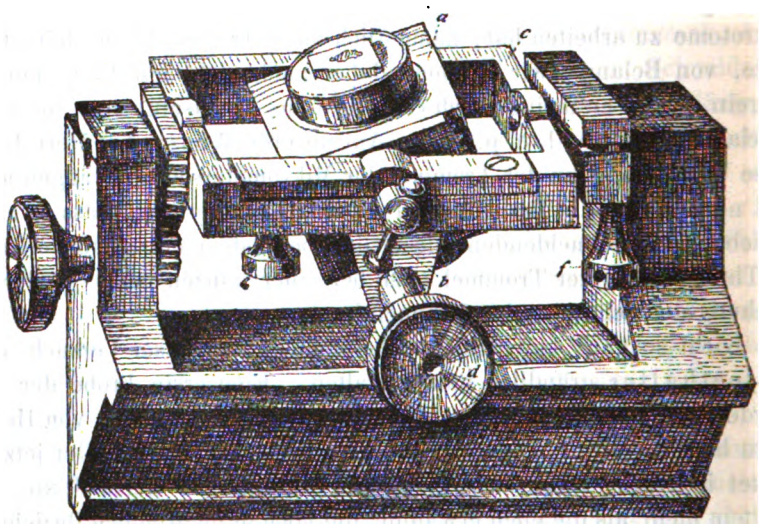


Fig. 2.

Wie man sieht, ist das Ganze nur eine Modification des CARDANIschen Ringes, wie er bei Schiffslampen etc. zur Anwendung kommt. Wir haben im Gegensatze zu den meisten anderen Mikrotomen gerade diese Art gewählt, weil nur in ihr die Möglichkeit gegeben ist, die Richtung des Objectes ausgiebig zu ändern, ohne es zugleich stark zu heben oder zu senken. Letzterer Übelstand findet sich z. B. an dem sonst sehr gut wirkenden SPENGEL'schen Mikrotome[1] und macht bei Verstellung der Schnittrichtung meist ein bedeutendes Hin- und Herschieben des Schlittens nothwendig. Wir lassen darum auch beide Achsen mitten durch die obere Fläche des Würfels.

[1] J. W. SPENGEL, Einige neue Verbesserungen am Schlittenmikrotom. in: Zool. Anzeiger. 2. Jahrg. 1879. p. 641—648.

Digitized by Google

also so nahe wie möglich dem Objecte selber, gehen. — Die Befestigung des Objectes auf einem senkrecht verschiebbaren Cylinder hat den großen Vortheil, dass auch Stücke von mehr als 2 cm Länge geschnitten werden können. Man schiebt eben nur zu Anfang den Cylinder möglichst tief und hebt ihn später nach Bedürfnis, kann außerdem auch planparallele Platten von 0,5 oder 1 cm Höhe anwenden, welche zuerst unter das Messer gelegt und später weggenommen werden.

Besonders vortheilhaft hat sich uns die neueste Modification des THOMA'schen Mikrotomes erwiesen, die darin besteht, dass die sog. Punkte, auf denen die Schlitten laufen, nunmehr aus Elfenbeinstücken, die Schienen aus sog. Rothguss bestehen. In Folge davon ist das Instrument nicht mehr dem Rosten unterworfen und der Gang des Messerschlittens, der bei ganz langsamer Führung leicht etwas ungleichmäßig war, durch die vergrößerte Reibung durchaus gleichmäßig geworden. Über die Haltbarkeit dieser neuen Combination liegen natürlich noch keine sicheren Resultate vor, indessen scheint es, als wenn die Abnutzung der Gleitflächen geringer sei, als sie es früher bei Verwendung von Metall auf Metall war.

Was endlich die Preise betrifft, so stellt sich ein älteres Mikrotom mittleres Modell — wir haben dieses bisher für alle unsere Zwecke vollkommen ausreichend gefunden — ohne Mikrometerschraube auf ℳ 95, diese selbst mit Einschnappvorrichtung auf ℳ 40, ein Messer mit ca. 16 cm langer Schneide auf ℳ 15 (Etui dazu ℳ 4), ein Quermesser auf ℳ 19 (jede Klinge ℳ 6, Etui für 2 Messer ℳ 3, anschraubbarer Griff zum Anfassen beim Schleifen ℳ 3, Halter während des Schneidens ℳ 7), der Schnittstrecker auf ℳ 9. Das Mikrotom von Eisen mit »Punkten« von Elfenbein und dem neuesten Objecthalter kostet ohne Mikrometerschraube ℳ 110, endlich das in Rothguss und Elfenbein ℳ 125.

Einige kleinere Vorrichtungen, welche wir zur Erleichterung der Manipulationen beim Einbetten in Paraffin ausgedacht und theilweise schon seit längerer Zeit in Gebrauch haben, mögen hier noch kurz Erwähnung finden. Zunächst ein Wasserbad, dessen Hauptvorzüge darin bestehen, dass die Wasserdämpfe nicht an das Object gelangen können und dass es bei ungemein geringem Verbrauche an Gas oder Alkohol doch die Temperatur halbe Tage hindurch constant hält[1].

[1] R. KOSSMANN (Zur Mikrotomtechnik, in Zool. Anzeiger. 6. Jahrg. 1883. p. 19—21) empfiehlt zu gleichem Zwecke ein Luftbad, das mit einem KEMP-BUNSEN'schen Gasregulator constant auf 50° erhalten wird.

Digitized by Google

Es ist aus Messing gebaut, enthält eine tiefe cylindrische und 2 flache calottenförmige Vertiefungen mit Einsätzen von Messing, und mehrere tiefe Löcher, in welchen die Glastuben mit den in Chloroform und Paraffin befindlichen Objecten, so wie ein Thermometer untergebracht werden können[1]. Difficile Objecte werden mit ihren Tuben, von denen die Korke vorher entfernt wurden, in das kalte Wasserbad gesetzt, und so ganz allmählich erwärmt; dann kommen sie in flache Schalen, in denen, so lange noch Chloroform verdunstet, stets eine niedrigere Temperatur herrscht; ein tieferes Gefäß enthält das zur definitiven Einbettung dienende Paraffin[2]. Seitlich ist eine Spalte zur Einschiebung der zu erwärmenden Objectträger vorhanden. Die Einbettung geschieht nicht in Kästchen aus Papier oder aus dem von Kossmann empfohlenen Stanniol, das im Übrigen ganz zweckmäßig ist, sondern in Räumen, deren Boden aus Glas und deren bewegliche, in Größe beliebig zu verändernde Seitenwände aus Metall bestehen. Letztere haben wir zuerst im Zool. Institute zu Leipzig in Gebrauch gesehen; sie sind dort aus Schriftmetall und haben die Form der Buchdruckerspatien. Wir haben sie etwas abgeändert[3], geben ihnen die Form und machen sie aus Messing, um möglichst wenig Metall zu verwenden und so eine gleichmäßigere Abkühlung des ganzen Blockes zu erzielen. Metallwände und Glasboden werden vor dem Gebrauche jedes Mal mit etwas Glycerin eingerieben, um das Anhaften des Paraffines zu verhüten. Handelt es sich bei der Einbettung sehr kleiner Objecte um genaue Lagerung derselben, so gießen wir das eben beschriebene Kästchen nach Bestreichung mit Glycerin noch mit dünnflüssigem Collodium aus, bringen es zur Verdunstung des Ätheralkoholes auf ein Wasserbad und gewinnen so ein Kästchen, in welchem Paraffin Stunden lang flüssig gehalten werden kann, ohne zwischen Metall und Glas auszurinnen. Alsdann wird die Einbettung in aller Ruhe vorgenommen; das Kästchen steht dabei auf einem besonderen, kleinen Wasserbade unter dem Präparirmikroskope und wird, nachdem die Objecte in die richtige Lage gebracht sind, durch Entleerung des Wasserbades rasch so weit abgekühlt, dass es bei Seite gestellt werden kann.

[1] Dieses Wasserbad in einer ursprünglichen, einfacheren Form ist bereits von C. O. Whitman beschrieben worden. (Methods of Microscopical research in the Zoological Station in Naples. in: Amer. Naturalist Vol. 16. 1882. p. 697—785.)

[2] Das Messing verbietet es, mit Terpentinöl durchtränkte Objecte einzubetten, da das Öl das Metall angreift.

[3] Vgl. auch Whitman, l. c. p. 781.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Studies on Sponges.

By

Dr. G. C. J. Vosmaer.
Assistant at the Zoological Station. Naples.

I. On Velinea gracilis n. g.; n. sp.

With Plates 31 and 32.

Two years ago I found in the Collection of the Zoological Station a curious species of Sponge, to which I alluded in my report to the Dutch Government[1].

The Sponge in question was dredged in the Bay of Naples, but I did not obtain any indication of the depth. It consists of a colony of cylindrical tubes, the whole being about 9 cm in height. The colour, in spirit, is a yellowish-brown. The slender, rather compact, tough, tubes, with their terminal oscula give to the Sponge the appearance of a siliceous Sponge, so that at first sight one would think to have to do with something allied to *Siphonochalina* (fig. 1).

In observing the Sponge with a lens we see over the whole surface little elevations, due to more or less protruding horn-fibres (fig. 2). These give the Sponge, for which I propose the name *Velinea gracilis*, the appearance of shagreen, if seen with the naked eye. Between the ends of the fibres are to be seen the pores, being, as is usual, the entrances of the canalsystem. These pores are not very frequent and vary considerably in diameter (fig. 3); the water, having passed through them, comes in the so called subdermal-cavities, these being a system of lacunae just under the dermis. I cannot say whether these cavities communicate all together, but I am sure that a number of the holes as they are visible in sections (*s.d.c.* in the figures) do communicate,

[1] G. C. J. Vosmaer, Voorl. berigt etc. in Ned. Staatscourant No. 109. 1881.

Digitized by Google

in order to form under the dermis a kind of large reservoir in which here and there columns of Sponge-substance connect the floor with the roof of the cavity. From these subdermal cavities goes off a system of canals or lacunae that penetrates the Sponge nearly reaching the inner wall of each cloacal tube. These very wide canals give off numerous ramifications in all directions; the secundary branches ramify again and so on, but each secondary branch has a smaller diameter than the primary ones. Besides these wide canals the subdermal cavities give off narrow ones (fig. 20 α, β); these seem not to ramify; they do not penetrate the Sponge to a great depth. In fig. 20 the difference between the wide and narrow canals is very conspicuous; the character as subdermal cavities with their narrow canals is very clearly shown in α and β; in γ on the contrary one can hardly speak of a subdermal cavity. A large series of sections teaches us the fact that both are only varieties of the same principle and not at all two different cases. In figs. 16, 17 and 18 I have chosen examples of such a series; in fig. 16 there are for instance, two subdermal cavities marked with + and 0; a few sections farther in one direction we see the cavity 0 enlarged, but in stead of the cavity + we see two very small ones, and the broad canal ++ deeper (fig. 18). A few sections in the other direction show us where both cavities + and 0 are in direct communication with the canal ++, that penetrates nearly the whole Sponge (fig. 17). These inhalant canals ramify during their course into the Sponge, the branches becoming always narrower (fig. 4). Much wider are the exhalant canals. Under the inner wall of each cloacal tube are immense lacunae, ramifying in different directions as they go to the peripheral part of the tube, and diminishing in their diameter (fig. 4). The inhalant canals begin thus as wide passages, ramify and become narrower, the exhalant on the contrary uniting with one another become thus wider and wider. The sections of the first show as a rule a diameter greater than, or at least equal to, those of the exhalant canals, in the outer parts of the Sponge-tube (fig. 4). The contrary takes place in the inner parts. Of course in the middle their diameter will be about equal. The two systems of canals communicate by means of the ciliated chambers. These are rather large and pouch-shaped, resembling those described and figured by F. E. SCHULZE of *Spongelia*[1]. They do not occur in every part of the Sponge, but form a special region. Outward this region is the system of subdermal cavities; inward another system of cavities, belonging to

[1] F. E. SCHULZE, Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXII. Bd. (1878). p. 153.

Digitized by Google

the exhalant canals. The chambers that are found just under the subdermal cavities receive the water directly from these (fig. 4 *s.d.c.*); they communicate by pores. Those which lie more towards the centre receive the water by the inhalant canals (fig. 4 *i.c.*). Around the more or less cylindrical afferent or exhalant canals they are radially arranged and over the whole length; transverse and longitudinal section will make this clearly; both are to be seen in fig. 4. Although typically they are pouch-shaped and open with a wide mouth directly into the canals, there are modifications of this form that remind us of the system of other Sponges. In figs. 5—9 I have drawn different shapes of ciliated chambers. In fig. 6 and 8 there are some that resemble those of the *Spongidae*, showing even the beginning of a special afferent canal. It must however not be forgotten that these forms are exceptions and that in general they are pouch-shaped as in *Spongelia*. As regards the number of the pores this seems to be very variable. The maximum I saw on thick sections was 12, so that in all, one chamber may have more than 20 pores.

Although very often it may appear that exhalant canals also function as inhalant, this seems to be an error. Numerous complete series of sections showed me that the inhalant canals in the innermost parts of the body never communicate with exhalant ones, but always came from other inhalant ones. So I believe that the water, once having passed a ciliated chamber, does not enter another, but is carried away.

Thus we have in *Velinea* as usual two systems of ramifying canals lying rather close together and in communication by ciliated chambers.

Each branch of the Sponge-colony is a more or less cylindrical tube, the canal in the middle of which we may call the cloacal cavity. In this cloacal cavity all the excurrent canals open. The diameter of the cavity is not everywhere the same; and there is present an arrangement for altering the size of the lumen. In observing a tube from the top, very often a thin membrane with a circular hole is visible; it is highly probable that this membrane works as a sphincter. The cloacal cavity is partly filled up here and there by a spongeous mass, as is to be seen in figs. 19 and 21. In this whitish soft substance are no skeleton-fibres; the whole mass consists only of connective tissue.

Velinea has a very remarkable skeleton. It consists of a rather regular network of horny fibres, which lie in the three dimensions of space. On transverse sections it is to be seen that one system of fibres passes in a radial direction, while another is a system of concentric fibres. At the place, where they unite, the longitudinal fibres come

Digitized by Google

together also (fig. 22). Let us call for a moment these latter ones primary fibres, those coming off from them secondary ones. The primary fibres go for the greater part in a longitudinal direction; but afterwards they bent out toward the periphery; the result is that the outer, thinner, younger parts go in a nearly radial direction. During their course they send off secondary branches, which connect the primary branches. Thus on transverse sections a network of fibres is seen, the radial ones of which consist mainly of the secondary fibres, but partly of the bent-out extremities of the primary ones. Those fibres that go in a concentric direction consist on the contrary only of secondary branches. Now in observing a great quantity of sections, transverse, longitudinal and tangential a certain regularity is evident. The meshes are for the greater part square. As a rule the six fibres forming the longitudinal, concentric and radial systems, meet at approximately right angles.

Among the siliceous Sponges there is a large family characterised by the hexactinellid structure of the skeleton. Most of them have a solid skeleton, the elements of which are sex-radiate spicules, besides this however they possess free sex-radiate spicules. Among the Sponges that are destitute of self-produced siliceous elements FRITZ MÜLLER found the first sex-radiate horny spicules. *Velinea* is an interesting example of a Sponge possessing a solid hexactinellid horny skeleton. According to F. E. SCHULZE[1] the whole skeleton-fibre of *Euspongia* is a secretion of modified cells of the connective tissue. The axis is the first production, the concentrical layers of »spongin« are formed afterwards, but both are secretions of the spongoblasts. According to MARSHALL and SCHMIDT the fibres take their origin from simply modified »sarcodine«. In his studies on Hexactinellids MARSHALL says that in one case the network of sarcodine (»Sarcodine-gitterwerk«) is enveloped by horny material, in another case by silica (Hexactinellids). The first we find in Hornsponges; as examples MARSHALL mentioned *Luffaria* Duch. et Mich. and *Aplysina* O. S. Had he known our Sponge, he would probably be still more convinced of his hypothesis; we now know a Hornsponge with sex-radiate free spicules and another with a rather regular sex-radiate skeleton. MARSHALL's hypothesis seems to be no more than that. Whether there is really a close relation between the two mentioned groups is for the moment not yet made out, because we do not know how the skeleton developes. MARSHALL's supposition is ingenious, but not entirely true, because he did not know of the existence of spongoblasts.

[1] F. E. SCHULZE, Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXII, p. 635.

Digitized by Google

Now that we know the anatomy of *Velinea* we can pass to the study of the tissues. As in all known Sponges the mass of the body consists of connective tissue, inclosed by epithelium. The whole outer surface is covered by flat epithelium-cells. The centra of these cells are rather far one from another (fig. 3); this makes the layer resemble the ectodermal epithelium of *Sycandra raphanus*[1]. I could not see distinct limits between these cells and so I was not able to decide whether there is a rather hyaline plasma in the outer parts of the cells and a granular part aggregated around the nucleus in the centre of the cells, or whether the cells consist solely of the granular part lying in a copious secondary substance, secreted by the cells. A comparison with the epithelial layer of other Sponges, for instance *Sycandra*, would be an argument in favour of the first view; but it ought to be remembered that the limits of the granular mass is in our sponge much more distinct than in *Sycandra* according to SCHULZE's pictures. This, and the fact that the hyaline substance stains very little, are on the contrary arguments of the latter view. Fresh material is wanted for deciding this question.

The same kind of epithelial cells seems to line all efferent and afferent canals. Some of the lacunae in the spongeous soft mass, that is in the cloacal tubes are perhaps without this epithelium; at least there was frequently no trace of it at all. In fig. 10 I have drawn some cells of the epithelium lining the cloacal tube. As I have said those of the external layer do not differ from them, they are more or less oval-shaped, possess many highly refringent granules and a round or oval nucleus with finer granules and a darkly stained nucleolus. The collar cells have no peculiar character, except their small size. The connective tissue consists of a hyaline mass in which are to be seen beautiful granulated cells with long branching processes, by means of which they are hanging together in order to form a fine network (fig. 14). The nuclei are not very conspicuous. Very often vacuoles are visible. These ordinary cells of connective-tissue assume different shapes. In the deeper parts the processes are more numerous than in the parts nearer the canals. There the majority are spindle-shaped. In fig. 14 I have joined together some typical forms that all occur in the deeper parts. In some places they are more contracted, as in fig. 15. I cannot say whether these have another function or not. Something like spongoblasts I have not found; nor could I detect eggs or spermatozoids. Nothing of the curious sperm-

[1] See F. E. SCHULZE, Zeitschr. f. wiss. Zool. XXV. Suppl. Bd. plate XIX.

Digitized by Google

cells, lately described by POLEJAEFF[1] were visible, although I am well acquainted with their appearance.

I mentioned the fact that I could not see spongoblasts. This is however no reason at all that the skeleton of *Velinea* should develop in another way. One must not forget that only one specimen, preserved in spirit, was at my disposal. — The fibres consist of a pith-substance (Marksubstanz) and concentric layers of Spongin around it. This pith-substance has not always the same diameter, but there is always a trace of it. Sometimes the outer spongin-layer has stained clearly while the pith has remained yellowish. In that case the difference is very well seen on transverse sections; but often the colour diminishes gradually towards the centre. In fig. 11 the pith is visible, although not at first sight; in fig. 12 it is very conspicuous. The cells in the fibres, as VON LENDENFELD has described in some *Aplysinidae*, seem not to occur. The fibres resemble much more those of *Spongelia* than of *Aplysina* or *Aplysilla*. The curious yellow highly refractive corpuscles, described by OSCAR SCHMIDT and F. E. SCHULZE in *Euspongia* were abundant in *Velinea* (fig. 11 and 12). It is remarkable that they occur sometimes in the pith (fig. 12) at other times between the spongin-layers (fig. 11). I do not know what these corpuscles are. No trace of plasma or nucleus was to be seen. I showed my preparations to Dr. KARL BRANDT and asked him whether he had ever seen »yellow cells« resembling these corpuscles. He answered that they had nothing to do with them. In fig. 13 I have made a picture of a fibre that has been boiled in Eau de Javelle. There are no yellow corpuscles to be seen; this is perhaps because they are not present since they can resist for a long time the action of reagents.

As regards the systematic position of *Velinea*, I believe it to be nearly allied to *Spongelia*.

It will be necessary to consider the whole group of those Sponges which excepting the horny skeleton do not produce any other substance for strengthening it, viz. of the so-called Hornsponges.

For the moment there are to be distinguished four groups of Hornsponges. In the first place we have the family of the *Aplysinidae*, characterised by the fact that the fibres of the skeleton possess nearly always a thick axis-substance and are without foreign corpuscles; in

[1] POLEJAEFF, Sitzungsber. Ak. Wiss. Wien. Bd. LXXXVI, p. 276—298. I have seen these cells in many other sponges. I showed my sections to Dr. POLEJAEFF, who was kind enough to study them; he told me that I had been right in identifying the cells in question.

Digitized by Google

the second place there is the family of the *Spongidae*, possessing numerous sand particles etc. at least in the main fibres. Between these stands the genus *Spongelia*, having as the *Spongidae* many sand particles in the hornfibres, but being distinguished from them by the shape of the ciliated chambers and the whole arrangement of the canalsystem. The genera *Hircinia* F. E. S. and *Oligoceras* F. E. S. may easily be brought into a fourth family, characterised by the well known filaments.

Now it is clear after my description that *Velinea*, wanting the filaments does not belong to the *Hircinidae*, as I propose to call the fourth family. The *Spongidae* so well described by F. E. SCHULZE are characterised by him as follows: »Geißel-Kammern halbkugelig und klein, mit besonderem Ausführungsgange versehen und von einem körnchenreichen Bindegewebe umgeben, das Skelet aus einem Netze solider, concentrisch geschichteter, hier und da fremde Körper, aber niemals eigene Kieselbildungen enthaltender Sponginfasern (bestehend).... Filamente (fehlend)«. Evidently *Velinea* cannot be placed in this group. So there is only a question whether it is to be placed under the *Aplysinidae* or united with *Spongelia* in a new family.

VON LENDENFELD [1] has split up SCHULZE's *Aplysinidae* into two subfamilies, *Aplysininae* and *Aplysillinae*, and has given as character for the original family the want of foreign corpuscles in the fibres and the presence of a central axis-substance. The whole arrangement of the canalsystem in the two sub-families is a quite different one; this difference seems to me to be important enough to give these sub-families the value of families. And on the other hand the want of foreign bodies in the skeleton-fibres and the presence of an axis-substance are not important enough to be adopted as a family-characteristic. In the *Spongidae*, *Hircinidae* and in *Spongelia* we see that not all fibres have sand particles; in the second place we see that an axis is nearly always, perhaps always present. Even within the family of the *Aplysinidae* F. E. S. there are all possible transitions between the thin-walled fibres of *Aplysina* and the thick-walled ones of *Janthella*. For the moment I think we may distinguish three families: *Aplysinidae* s. str., *Aplysillinae* v. Lendenf., for which I should like to write *Aplysillidae* [2]; and *Spongelidae*. The canalsystems of *Verongia* Bwk., *Dendrospongia* Hyatt, *Darwinella* F. Müll. and *Janthella* Gray are still unknown. So we cannot

---

[1] VON LENDENFELD, Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXVIII. Bd. 1883. p. 235.

[2] According to the Stricklandian Rule that names of families ought to terminate in *-idae*, those of sub-families in *-inae*.

Digitized by Google

determine for the moment whether they must be placed in the family of the *Aplysinidae* or of the *Aplysillidae*; but in the arrangement of the skeletons *Verongia*, *Janthella* and *Dendrospongia* show more resemblance to one another and to *Aplysina* than to *Darwinella*. This genus on the other hand seems to be closely allied to *Aplysilla*. In the family of the *Aplysinidae* I place *Aplysina* and probably the three mentioned above. In the *Aplysillidae* I will place *Aplysilla* and *Dendrilla*, probably also *Darwinella*[1]. The family of the *Spongelidae* appears to be characterised by the strong network of fibres, by the thin axis-substance in the fibres, and by the great pouch-shaped ciliated chambers. The genus *Spongelia* itself has in the main fibres numerous particles of sand; *Velinea* wants this. Thus we can make the following tabular view:

fam. I. Aplysinidae. (s. str.) ciliated chambers not very large, pear-shaped. Ultimate ramifications of the exhalant and inhalant canalsystem thin. Skeleton more or less regular network of anastomosing fibres. Walls of the fibres thin; axis-substance thick; no sand. Groundsubstance granular.

Aplysina; probably also: *Verongia*, *Dendrospongia*, *Janthella*.

fam. II. Aplysillidae. (= *Aplysillinae* v. Lendenf.) ciliated chambers large, pouch-shaped. Communication of inhalant canals and lacunae with the chambers by means of numerous pores in the latter. Communication of exhalant canals and lacunae with the chambers by means of one wide mouth. Fibres tree-like ramified, not anastomosing. Axis of fibres rather thick; all fibres without sand; groundsubstance without granules.

Aplysilla, *Dendrilla;* probably also *Darwinella*.

[1] Merejkowski has asserted in his »Etudes sur les Eponges de la Mer Blanche« (Mém. Acad. Imp. Sc. St. Pétersbourg. VII. Sér. T. XXVI. No. 7; Separ. Copy p. 43), that the name *Aplysilla* F. E. S. was to be changed in his *Simplicella*, for reasons of priority. As a matter of fact we know the following. In 1877 Merejkowski presented a preliminary note to the Committee of the Society of Naturalists, St. Petersburg. The paper was accepted and should be printed in the same year. But unfortunately »la faute de la typographie l'a empêchée de paraître dans le huitième volume«; the result was that the paper appeared in 1878, the same year in which Schulze's »*Aplysinidae*« came out. So both names date from 1878, and Merejkowski can never be right in changing. We prefer Schulze's name because »*Aplysilla*« is well described and figured, while of »*Simplicella*« there is hardly a diagnose in the prelimary account; besides his note is written in Russian. So it follows, as well as from the above mentioned facts, that Merejkowski's name *Darwinellidae* cannot be used, but in stead of it *Aplysillidae*.

Digitized by Google

fam. III. Spongelidae. Ciliated chambers large, pouch-shaped. Communication of inhalant canals and lacunae with the chambers by means of numerous pores in the latter. Communication of exhalant canals and lacunae with the chambers by means of one wide mouth. Fibres anastomosing in order to form a regular or irregular network. Axis of fibres thin; main fibres often with sand; groundsubstance without granules.

Spongelia, *Velinea*.

fam. IV. Spongidae. Ciliated chambers small, hemispherical. Communication of inhalant canals and lacunae with the chambers by means of numerous pores in the latter. Communication of exhalant canals and lacunae with the chambers by means of special wide canals. Fibres anastomosing in order to form an irregular network. Axis of fibres hardly visible. Main fibres often with sand; groundsubstance in the neighbourhood of the ciliated chambers with numerous granules. No filaments.

Euspongia, *Cacospongia*, *Phyllospongia*, *Carteriospongia*, *Stelospongia*.

fam. V. Hircinidae. Ciliated chambers small, hemispherical. Communication of inhalant canals with the chambers by means of numerous pores in the latter. Communication of exhalant canals with the chambers by means of special canals. Fibres anastomosing in order to form an irregular network. Axis of fibres hardly visible. Main fibres always, the other fibres often with sand and other foreign corpuscles. Groundsubstance in the neighbourhood of the ciliated chambers with numerous granules. Between the skeleton-fibres numerous filaments.

Hircinia, *Oligoceras*.

The following analytical list may be useful for determination:

1 a. Skeleton-fibres anastomosing 2
b. Skeleton-fibres not anastomosing; tree-like ramified, (or sex-radiate) . . . . . fam. *Aplysillidae*.
2 a. No filaments 3
b. Numerous filaments . . . . . fam. *Hircinidae*.
3 a. Groundsubstance between the ciliated chambers granular . . 4

Digitized by Google

b. Groundsubstance between the ciliated chambers not granular . . . . . 5. (fam. *Spongelidae*.

4a. Skeleton formed by a more or less regular network of concentric layers; axis-substance of the fibres abundant; without sand . . . . . fam. *Aplysinidae*.

b. Skeleton formed by an irregular network; axis-substance hardly visible; main fibres nearly always with sand. Wide canals and lacunae . . . . . fam. *Spongidae*.

5a. No sand in the fibres; skeleton rather regular . . . . *Velinea*.

b. Main fibres with much sand; skeleton not very regular *Spongelia*.

The diagnosis of the genus *Velinea* may be given as follows: skeleton formed by a regular (sex-radiate) network of spongin-fibres that are destitute of sand or other foreign siliceous, or calcareous bodies. The shape of the ciliated chambers and the arrangement of the canalsystem have the character of the family *Spongelidae*.

The name *Velinea*, arose in the following manner. I had named this sponge *Evelina* but afterwards seeing that this name had already been appropriated, I transposed the letters.

Explanation of Figures.

Plate 31.

(The object is preserved in strong alcohol and stained with borax-carmine. I used Microsc. HARTNACK; Cam. luc. of ZEISS-OBERHÄUSER; Immersion of SEIBERT & KRAFT.)

Fig. 1. *Velinea gracilis* n. g.; n. sp. Nat. size.
Fig. 2. Surface, seen with a pocket-lens.
Fig. 3. Epithelium of the outer parts. *p* pores. HARTN. VII.
Fig. 4. Transverse section. Combination of two or three following sections. *s.d.c.* subdermal cavity; *i.c.* inhalant canal; *e.c.* exhalant canal. Some of the ciliated chambers are cut, others are intact, showing the chamber-pores. HARTN. III, cam. luc. projected on the level of the object stage.
Figs. 5 and 6. Sections of ciliated chambers in communication with the canals. Letters as above mentioned. HARTN. IV, ocul. tube extended. Proj. obj. stage.
Figs. 7, 8 and 9. Different shapes of ciliated chambers. HARTN. IV, tube extended. Proj. obj. stage.
Fig. 10. Epithelium-cells lining the cloacal tube. Imm. VII. Ocul. 3. Proj. obj. stage.
Fig. 11. Transverse section of skeleton-fibre. Imm. VII etc. as in fig. 10.
Fig. 12. Longitudinal section of id. Magnif. id. id.
Fig. 13. Longitudinal section of id. after having been treated by Eau de Javelle. Magnif. as in 12.

Digitized by Google

Fig. 14. Cells from connective tissue. Imm. VII. etc. as in fig. 10.
Fig. 15. Contracted (modified?) cell of connective tissue. Imm. VII. Oc. 3. Proj. working table.

Plate 32.

Fig. 16, 17, 18. Transverse section; half-diagrammatic. The connective tissue is yellow; the epithelial cells are black, the skeleton elements blue. HARTN. II, cam. luc. proj. obj. stage.
Fig. 19. Longitudinal section of the top of a cloacal tube; half-diagrammatic. Colours as in fig. 16 etc. Showing the distribution of the ciliated chambers and the soft inner mass wanting all skeleton. *s.d.c.* subdermal cavity. HARTN. II; cam. luc. proj. obj. stage.
Fig. 20. Transverse section. As in fig. 16.
Fig. 21. Longitudinal section of cloacal tube. The yellow lines are the skeleton-fibres. The inner wall of the tube is covered by the soft white mass. Magnif. pocket-lens.
Fig. 22. Transverse section of skeleton, showing the regular mashes. HARTN. II, cam. luc. proj. obj. stage.
Fig. 23. Longitudinal section of id. On the right side is the outer part. HARTN. II, cam. luc. proj. obj. stage.

Digitized by Google

Die einfachen Ascidien (Ascidiae Simplices) des Golfes von Neapel.

Von

M. P. A. Traustedt
in Herlufsholm bei Næstved (Dänemark).

Mit Tafel 33—37.

Im Frühjahr 1882 erhielt ich durch gütige Vermittelung von Herrn Dr. Chr. Lütken eine Aufforderung seitens Herrn Prof. A. Dohrn, die einfachen Ascidien des Golfes von Neapel zu bearbeiten. Bei einem darauf folgenden zweimonatlichen Aufenthalt in der Zoologischen Station in Neapel hatte ich sehr reichliche Gelegenheit dazu, mehrere Arten der erwähnten Thiere in lebendem Zustande zu studiren, und es ist mir eine angenehme Pflicht, den an der Station befindlichen Herren, unter welchen ich namentlich wünsche außer Herrn Prof. Dohrn den Herrn Dr. P. Mayer zu erwähnen, für die freundliche Aufnahme und unermüdliche Hilfe zu danken.

Aus der vorliegenden Abhandlung wird hervorgehen, dass ich mir erlaubt habe, neben den Ascidiae simplices des Golfes von Neapel und einzelner anderer Localitäten des Mittelmeeres auch solche Formen mit aufzunehmen, welche in der Litteratur bereits beschrieben sind, oder welche ich selbst beim Studium dieser Thiergruppe Gelegenheit gehabt habe, anderswo kennen zu lernen. Besonders habe ich meine Aufmerksamkeit darauf gerichtet, zu untersuchen, in wie fern die Arten, welche sowohl aus dem Mittelmeere als aus den nordischen Gewässern beschrieben vorliegen, identisch sind oder nicht.

Titel der citirten Schriften.

Alder, 1. Catalogue of the Mollusca of Northumberland and Durham (Transact. Tyneside Nat. Field Club, vol. I, part II, 1848, p. 197).

Digitized by Google

Alder, 2. Observations on the British Tunicata (Annals and Mag. of Nat. Hist., 3. Ser., vol. XI, 1863, p. 152).

Beneden, P. J. van, Recherches sur l'embryologie, l'anatomie et la physiologie des Ascidies simples, 1846 (Mémoires de l'Academie Royale de Belgique, Tom. XX, Bruxelles 1847).

Bruguière, Histoire nat. des Vers, des Mollusques, des Coquillages et Zoophytes (in Encyclopédie méthodique). Paris 1789—1832.

Carus, C. G., Beitrag zur Kenntnis des inneren Baues und der Entwicklungsgeschichte der Ascidien (Archiv für Physiologie, III. Bd. Hier findet sich der Text, die Tafeln mit Erklärung in Nov. Acta Acad. nat. cur. Tom. XI, Tab. 36—37).

Chiaje, delle, 1. Memorie sulla Storia e Notomia degli Animali senza Vertebre del Regno di Napoli, 1823—29, vol. III.

—— 2. Descrizione e Notomia degli Animali invertebrati della Sicilia citeriore osservati vivi negli anni 1822—30, Tomo terzo, Napoli 1841.

Coquebert, Sur deux espèces d'Ascidies (Soc. Philom. Bull. I. Paris 1797).

Costa, Su di alcune specie di Ascidia, Napoli 1843 (Mem. della R. Accad. d. Sc. di Napoli, vol. V, 1844).

Cuvier, Mémoire sur les Ascidies et sur leur anatomie (Mém. du Museum d'hist. nat., tome II, 1815).

Eysenhardt, Über einige merkwürdige Lebenserscheinungen der Ascidien (Nova Acta Acad. Natur. cur. Tom. XI).

Fabricius, O., Fauna groenlandica, Hafniae et Lipsiae 1780.

Forbes and Hanley, British Mollusca, I. London 1853.

Forskåhl, Descriptiones animalium, avium, amphibiorum, piscium, insectorum, vermium, quae in itinere orientali observavit. Ed. C. Niebuhr. Havniae 1775.

Grube, 1. Ein Ausflug nach Triest und den Quarnero, Berlin 1861.

—— 2. Die Insel Lussin und ihre Meeresfauna, Breslau 1864.

Gwyn Jeffreys, Norman, M'Intosh and Walter, Last Report on dredging among the Shetland Isles (Report of the British Association for the Advancement of Science for 1868).

Hancock, On the Anatomy and Physiology of the Tunicata (Journ. Linn. Soc. Zool. vol. IX, 1867).

Heller, 1. Untersuchungen über die Tunicaten des Adriatischen Meeres, 1. Abth. (Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Math.-naturw. Cl. Bd. 34, 2. Abth., p. 1, Wien 1875).

Digitized by Google

Heller, **2.** Untersuchungen über die Tunicaten des Adriatischen Meeres, 2. Abth. (ibid. Bd. 34, 2 Abth., p. 107, Wien 1875.

—— **3.** Untersuchungen über die Tunicaten des Adriat. und Mittelmeeres, 3. Abth. (ibid., Bd. 37, 1 Abth., p. 241, Wien 1877).

—— **4.** Beiträge zur näheren Kenntnis der Tunicaten (Sitzungsberichte der Math.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. 77, 1 Abth. Jahrg. 1878, p. 83, Wien 1878).

Herdman, W. A., **1.** Preliminary Report on the Tunicata of the »Challenger« Expedition. I. (Proceedings of the R. Society of Edinburgh, Session 1879—80, p. 458).

—— **2.** Preliminary Report etc., II. (ibid., p. 714).

—— **3.** Preliminary Report etc., III. (ibid., Session 1880—81, p. 52).

—— **4.** Preliminary Report etc., IV. (ibid., p. 233).

—— **5.** Notes on British Tunicata with Descriptions of new species, I. Ascidiidae (Linnean Society's Journal — Zoology, vol. XV, 1880, p. 274).

—— & H. C. Sorby, **6.** On the Ascidians collected on the S. Coast of England during the Cruise of the Yacht »Glimpse« in the year 1881 (ibid., vol. XVI, p. 527).

Julin, Ch., **1.** Étude sur l'hypophyse des Ascidies et sur les organes qui l'avoisinent (Extrait des Bulletins de l'Académie Royale de Belgique, 3. Sér., Tome I, no. 2. février 1881).

—— **2.** Recherches sur l'organisation des Ascidies simples, I. (Extrait des Archives de Biologie, vol. II, 1881, p. 59).

—— **3.** Recherches sur etc., II. (ibid., p. 212).

Kupffer, Tunicata. in: Zoologische Ergebnisse der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. Sept. 1872, No. VII (Separatabdr. aus dem II. Jahresbericht der Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel, Berlin 1874, p. 197).

Lacaze-Duthiers, H. de, **1.** Sur un genre d'Ascidies, le Chevreulius Callensis, de L.—D. (Ann. d. Sc. nat., 5. Sér., Zool. et Palaeont., Tome IV, p. 293, Paris 1865).

—— **2.** Histoire des Ascidies simples des côtes de France, I. (Arch. de zool. expér. et génér., Tome III, Paris 1874).

—— **3.** Histoire des Ascidies simples des côtes de France, II. (ibid., Tome VI, Paris 1877).

Lamarck, Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, Tome III, Paris 1816.

Lenz, Die wirbellosen Thiere der Travemünder Bucht (Anhang I z. d.

Digitized by Google

Jahresbericht d. Commission zur Untersuchung d. deutschen Meere in Kiel 1875).

Lesueur, Descriptions of several new species of Ascidia, read March 25, 1823 (Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, vol. III, part I, Philadelphia 1823).

Linné, Systema naturae, Tom. I, Pars VI, ed. 13, 1788.

Lütken, Nogle Bemärkninger om de ved de danske Kyster iagttagne Arter af eenlige Søpunge (Ascidiae simplices). (Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn for Aaret 1860, Kjøbenhavn 1861).

Mac Gillivray, History of the Molluscous animals of Aberdeen, London 1843.

Mac Intosh, Marine Fauna of St. Andrews, 1875.

Müller, O. F., 1. Zoologiae Danicae Prodromus, Hauniae, 1776.

—— 2. Observatio molluscorum marinorum Norvegiae, Decas I (Nova Acta physico-medica Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae naturae curiosorum, Tom. VI, Norimbergae 1778).

—— 3. Zoologia Danica seu animalium Daniae et Norvegiae rariorum ac minus notorum descriptiones et historia, Fasc. I—IV, Hafniae 1777—1806.

Philippi, Rhopalaea, ein neues Genus der einfachen Ascidien (Archiv für Anat., Physiol. u. wissensch. Medicin, Berlin, Jahrg. 1843).

Risso, Histoire naturelle des principales productions de l'Europe méridionale et particulièrement de celles des environs de Nice et des Alpes maritimes, Tome IV, Paris 1826).

Sars, M., 1. Beretning om en i Sommeren 1849 foretagen Zoologisk Reise i Lofoten og Finmarken (Nyt Magasin for Naturvidenskaberne, 6. Bd., 1851).

—— 2. in Christiania Vidensk. Selsk. f. 1858, Christiania 1859.

Savigny, Mémoires sur les animaux sans vertèbres, II, 1, Paris 1816.

Thompson, On the Mollusca of Ireland (Annals of Natural History, V, 1840).

Traustedt, 1. Oversigt over de fra Danmark og dets nordlige Bilande kjendte Ascidiae simplices (Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn, Kjøbenhavn 1880).

—— 2. Vestindiske Ascidiae simplices, 1 Afd., Phallusiadae, tilligemed indledende Bemärkninger om Skjävheden hos Ascidiae simplices i Almindelighed (ibid., 1882).

Digitized by Google

Traustedt, 3. Vestindiske Ascidiae simplices, 2 Afd., Molgulidae og Cynthiadae (ibid., 1882).

Uljanin in einer russischen Abhandlung, Moskau 1872 (cf. Zool. Record).

1. Familie: Phallusiadae.

Mundöffnung und Kloakenöffnung mit 6 oder mehreren Läppchen. Tentakel einfach. Kiemensack ohne Falten.

A. Die Spirakel sind gekrümmt und an kegelförmigen, gegen die Mitte hineinragenden Erhebungen (Infundibula) concentrisch angeordnet. . . . . Corella Ald. & Hanc.

B. Die Spirakel können mehr oder weniger regelmäßig gestellt sein, sind aber nie gekrümmt und liegen hauptsächlich parallel mit der Längsachse des Kiemensackes:

1. Eine Duplicatur des Mantels lässt sich deckelförmig über die beiden Siphonen niederziehen . . . . . Rhodosoma Ehrenberg.
2. Keine solche deckelförmige Duplicatur des Mantels:
   a. Die Musculatur des Körpers symmetrisch an beiden Seiten entwickelt . . . . . Ciona Savigny.
   b. Die Musculatur des Körpers asymmetrisch entwickelt: vorwiegend oder ausschließlich an der freien (rechten) Seite vorhanden. . . . . Phallusia Savigny.

Corella Alder & Hancock

gehört zu den normal sinistrorsen Gattungen. Die krummen Kiemenspalten an kegelförmigen, gegen die Mitte hineinragenden Erhebungen (Infundibula) concentrisch angeordnet. Die Dorsalleiste ist wie bei *Chelyosoma*, *Rhodosoma*, *Ciona* und *Abyssascidia* innerhalb der Familie der *Phallusiadae* in eine Reihe zungenförmiger, sichelförmig gebogener Fortsätze aufgelöst. Sie lässt sich leicht aus der gewöhnlichen, leistenförmigen, quergerippten Dorsalleiste der Gattung *Phallusia* entstanden denken. Schneidet man nämlich die die Querrippen verbindende Membran der Dorsalleiste einer *Phallusia* weg, so erhält man eine Dorsalleiste, wie sie *Corella* zeigt. Die Genitalorgane umspinnen den mittleren Theil des Darmcanals netzförmig.

Corella parallelogramma (O. F. Müller).

Taf. 33, Fig. 1—2; Taf. 34, Fig. 1.

Ascidia parallelogramma, O. F. Müller, No. 1, p. 226 und No. 3, vol. II, p. 11, tab. XLIX. — Thompson, p. 94. — Forbes & Hanley, p. 34. — M. Sars, No. 1, p. 156 und No. 2, p. 64. — Lütken, p. 201.

Corella parallelogramma, Alder, No. 2, p. 157. — Gwyn Jeffreys, p. 302. — Kupffer, p. 214. — Traustedt, No. 1, p. 431 und No. 2, p. 271. — Julin, No. 2, p. 70. Pl. IV, Fig. 1.

Anm. Während meines Aufenthaltes in Neapel hatte ich nur Gelegenheit 3, noch dazu beschädigte Exemplare zu beobachten. So viel ich weiß, ist dies das erste Mal, dass ein Repräsentant der Gattung *Corella* im Mittelmeere gefunden ist.

Digitized by Google

denn GRUBE's *Ascidia parallelogramma* muss nach HELLER (No. 2, p. 112) als synonym zu *Ph. virginea* angesehen werden. — Ich gebe hier die wenigen Notizen, welche ich mir bei der Untersuchung der 3 erwähnten, mangelhaften Individuen gesammelt habe, die so weit ich es beurtheilen kann zu *C. parallelogramma* gerechnet werden müssen.

Der Körper doppelt so hoch wie lang, mit dem niedrigsten Theile des Mantels angeheftet. Das größte Exemplar 18 mm hoch und 9 mm lang, unter dem langen Kloakensiphon gemessen, dessen Länge allein sich bis auf 7 mm beläuft.

Der Mantel ziemlich dick und glatt.

Farbe. Alle Eingeweide lassen sich durch den durchsichtigen, wasserhellen Mantel hindurch außerordentlich deutlich sehen. Der Kiemensack besitzt stark rothes Pigment, welches in mehr oder weniger regelmäßigen Gürteln abgelagert ist, die sich von den Öffnungen nach unten gegen die Basis erstrecken. In den Winkeln zwischen den Lappen der Öffnungen finden sich kleine, rothe Flecken. Der Rand der Öffnungen, die Bauchfurche und die Genitalorgane, welche wie Flecke dem Magen aufliegen, sind kalkweiß. Der Magen ist braun und der Darm dunkel olivengrün.

Die Musculatur des Körpers ist sehr schwach und nur an der linken Seite entwickelt.

Die Mundöffnung sitzend; die Kloakenöffnung an einem sehr langen Siphon; beide Öffnungen in der Mittellinie des Rückens.

Mit Bezug auf Kiemensack und Darmcanal waren die 3 Individuen, so weit ich sehen konnte, der nordischen *C. parallelogramma* ganz ähnlich; die Figur des Kiemensackes, Taf. 34, Fig. 1, ist nach einem Exemplar vom Kattegat gezeichnet.

Fundort: Mittelmeer: Golf von Neapel. (Die *C. parallelogramma* ist häufig an den englischen, norwegischen und dänischen Küsten.)

Rhodosoma Ehrenberg.

Diese, wie *Corella* sinistrorse, wegen ihrer eigenthümlichen äußeren Form leicht kenntliche Gattung ist oben rechts mit einer Duplicatur des Mantels versehen, welche deckelförmig über den weichen hautartigen Theil desselben niedergezogen werden kann; der Deckel und der ganze Rest des Mantels ist hart und knorpelig oder hornartig. Bei *Styela comata* (Alder), *Molgula* (*Anurella*) *oculata* (de Lacaze-Duthiers) und *Eugyra globosa* Hancock, kann der Mantel um die Mund- und Kloakenöffnung spaltenförmig zusammengezogen werden; ich betrachte das Verhalten bei *Rhodosoma* als eine einseitige, stark potenzirte Entwicklung der für die 3 genannten Arten erwähnten Eigenthümlichkeit. Die Spirakel sind groß, länglich und liegen parallel mit der Längsachse des Kiemensackes. Die Dorsalleiste ist wie bei *Corella* und *Ciona* in eine Reihe sichelförmig gekrümmte Fortsätze aufgelöst. Die Genitalorgane umspinnen den mittleren Theil des Darmcanals netzförmig.

Rhodosoma callense (Lac.-Duth.).

Chevreulius callensis, DE LACAZE-DUTHIERS, No. 1, p. 295, pl. V.
Rhodosoma callense, HELLER, No. 2, p. 120, Taf. VI, Fig. 1—15.

Diese interessante kleine Form scheint im Golf von Neapel selten zu sein, wenigstens waren bis zum Sommer 1882 von der Zoologischen Station nur zwei

Digitized by Google

Exemplare gesammelt, und ich bekam leider keine Gelegenheit, sie im lebenden Zustande zu beobachten. Das kleinste von diesen beiden Exemplaren war unbeschädigt; ich führe hier das Maß desselben an. Die Höhe des Deckels 5,5 mm; Höhe des Körpers vom Rande des Siphonfeldes bis an die Basis gerechnet 3,5 mm; Länge 10 mm (quer über das Siphonfeld gerechnet); Dicke 6 mm. Im Übrigen verweise ich auf die Beschreibungen der Herren DE LACAZE-DUTHIERS und HELLER.

Fundorte: Mittelmeer: Calle an der afrikanischen Küste (cf. DE LACAZE-DUTHIERS), Golf von Neapel. — Adriat. Meer, Lesina (cf. HELLER).

Ciona Savigny

gehört zu den rechts gekehrten Gattungen. Die Musculatur des Körpers ist an beiden Seiten symmetrisch entwickelt. Die Spirakel sind gerade und liegen parallel mit der Längsachse des Kiemensackes. Die Dorsalleiste ist wie bei *Corella* und *Rhodosoma* in eine Reihe zungenförmiger, sichelförmig gekrümmter Fortsätze aufgelöst. Die Genitalorgane sind nur an der linken Seite entwickelt und bilden eine ungelappte Drüse in der Darmschlinge (umspinnen nicht netzförmig Theile des Darmcanals, wie bei *Corella*, *Phallusia* u. a.).

Ciona intestinalis (Linn.).

Taf. 33, Fig. 3—5; Taf. 34, Fig. 2; Taf. 35, Fig. 1—2.

Ascidia intestinalis, LINNÉ, p. 3123. — O. F. MÜLLER, No. 2, p. 51. — CUVIER, pl. II, Fig. 4—7. — DELLE CHIAJE, No. 1, p. 186. p. 199, Tav. 45, Fig. 15, 16, 19 und 22. — MAC GILLIVRAY, p. 313. — FORBES & HANLEY, p. 31. — M. SARS, No. 1, p. 156. — GWYN JEFFREYS, p. 302.

Ascidia canina, O. F. MÜLLER, No. 3, vol. II, p. 19, Tab. 55, Fig. 1—6. — FORBES & HANLEY, p. 31. — LENZ, p. 24.

Ascidia corrugata, O. F. MÜLLER, No. 3, vol. II, p. 54, Tab. 79, Fig. 3—4.

Ascidia virescens, BRUGUIÈRE, pl. 64, Fig. 4—6.

Phallusia intestinalis, SAVIGNY, p. 169, pl. II, Fig. 1. — THOMPSON, p. 95. — DELLE CHIAJE, No. 2, p. 16, Tab. 80, Fig. 15, 16 und 19, Tab. 82, Fig. 13. — ULJANIN.

Phallusia canina, SAVIGNY, p. 171.

Phallusia corrugata, LÜTKEN, p. 203.

Ciona intestinalis, KUPFFER, p. 207, HERDMAN, No. 6, p. 528.

Ciona canina, KUPFFER, p. 206, Taf. V, Fig. 8—9. — TRAUSTEDT, No. 1, p. 432.

Der Körper außerordentlich hoch, walzenförmig, mit der niedrigsten Partie der linken Seite oder mit der Basis angewachsen.

Digitized by Google

Das größte Exemplar: 167 mm hoch und 53 mm im Diameter,
ein anderes » 68 mm » » 16 mm » » und
das abnorme » 53 mm » » 12 mm » » (cf. Taf. 33, Fig. 5).

Der Mantel dick, gelatinös, nach innen fast zerfließend.

Farbe. Mantel mehr oder weniger wasserhell, mit einem schwach bräunlichen oder grünlichen Schimmer; bei älteren Exemplaren oft opak (cf. Taf. 33, Fig. 4). Weit unten gegen die Basis hin scheint der rothbraune Magen durch. Der Darm dunkel olivengrün oder graulich. Rothe Fleckchen in den Winkeln zwischen den Lappen der Mund- und Kloakenöffnung.

Die Musculatur des Körpers kräftig, gleichmäßig auf beide Seiten vertheilt.

Die Mund- und Kloakenöffnung sitzen nahe bei einander an dem Gipfel des Körpers, beide an ziemlich langen und geräumigen Siphonen. Der Mundsiphon terminal und etwas geräumiger als der nach hinten gerichtete, etwas niedriger sitzende Kloakensiphon.

Die Tentakel zwischen 50—66 an der Zahl, von mehreren verschiedenen Größen.

Das Flimmerorgan ziemlich groß, hufeisenförmig; die Öffnung zwischen den beiden einwärts gekrümmten Hörnern ist nach vorne und oft etwas nach rechts gekehrt.

Der Nervenknoten groß, dicht hinter dem Flimmerorgane gelegen.

Der Kiemensack reicht nicht bis an die Basis, welche von Theilen des Darmcanales eingenommen wird. Die Längsrippen recht kräftig, groß und zusammengedrückt. Sichelförmig gekrümmte, an der Spitze abgerundete Papillen sitzen an den Kreuzungsstellen sowohl mit den breiten als mit den schmalen Querrippen; dagegen findet man keine intermediäre Papillen. Ganz nach unten bildet der Kiemensack eine trichterförmige Ecke; hier zeigt sich oft an jeder Seite ein großes, spaltförmiges Loch; ich selbst habe es nicht immer gefunden und zuweilen nur an der einen Seite beobachtet.

Die Dorsalleiste in eine Reihe zungenförmige, sichelförmig gekrümmte Papillen aufgelöst, die an der Basis durch eine niedrige Membran vereint sind.

Der Darmcanal liegt zum größten Theil unter dem Kiemensack; der Ösophagus eng; der Magen klein, länglich; der Darm geräumig; der Mastdarm steigt weit hinauf in die Kloakenhöhle. Anus ungezähnelt.

Die Genitalorgane liegen in der Darmschlinge.

Fundorte: Mittelmeer. — Englische Küsten. — Färöer. — Grönland. — Küste von Norwegen, Dänemark und Norddeutschland bis tief in die Ostsee.

Anm. Ich habe die mit so stark rothem Pigment ausgestattete Varietät *C. canina*, die an den dänischen Küsten so häufig ist, niemals in der Zoologischen Station zu Neapel gesehen.

Phallusia Savigny.

Bei dieser in der Regel rechts gekehrten Gattung ist die Musculatur des Körpers besonders oder ausschließlich an der rechten Seite entwickelt. Die Spirakel können mehr oder weniger regelmäßig gestellt sein, sind aber nie gekrümmt und liegen hauptsächlich parallel mit der Längsachse des Kiemensackes. Die Dorsalleiste ist leistenförmig, mit gezähneltem oder glattem Rande. Die Genitalorgane umspinnen den mittleren Theil des Darmcanals netzförmig.

A. Der Kiemensack mit Papillen an den Längsrippen:

1. Außer den Papillen an den Kreuzungsstellen der Längs- und Querrippen auch intermediäre Papillen:

Digitized by Google

a. Der Kiemensack schlägt sich nach unten rings um den Magen und steigt etwas an der linken Seite empor. 1. P. mamillata (Cuv.).
b. Der Kiemensack parallel mit den Seiten des Thieres:
*) Ein großes spaltförmiges Loch im Kiemensacke außer den Spirakeln. . . . . 2. P. mentula (O. F. M.).
**) Kein besonderes Loch im Kiemensacke außer den Spirakeln:
α) Dorsalleiste mit glattem Rande. . . 3. P. quadrata, nov. sp.
β) Dorsalleiste mit gezähneltem Rande:
† Anus mit rundzackigem Rande . . 4. P. muricata (Heller).
†† Anus mit glattem Rande:
aa) Mantel schwarz, undurchsichtig. 5. P. fumigata (Grube).
bb) Mantel weiß, durchsichtig . . . 6. P. oblonga, nov. sp.

2. Keine intermediäre Papillen vorhanden:
a) Mastdarm perpendiculär; der Anus liegt hoch über der oberen Krümmung des Darmes . . . . . 7. P. venosa (O. F. M.).
b) Mastdarm perpendiculär; der Anus ungefähr in der Höhe mit der oberen Krümmung des Darmes . . . . 8. P. malaca, nov. sp.
c) Mastdarm fast horizontal; der Anus liegt weit unter der oberen Krümmung des Darmes:
*) Zona praebranchialis glatt . . . . . 9. P. pusilla, nov. sp.
**) Zona praebranchialis mit Warzen bedeckt. 10. P. ingeria, nov. sp.

B. Der Kiemensack ohne Papillen:
1. Der Anus liegt höher als die obere Krümmung des Darmes. 11. P. virginea (O. F. M.).
2. Der Anus liegt so hoch wie die obere Krümmung des Darmes. 12. P. aspersa (O. F. M.).

1. Phallusia mamillata (Cuv.).

Taf. 33, Fig. 6; Taf. 34. Fig. 3.

Ascidia mamillata, Cuvier, p. 30, Pl. III, Fig. 1—6. — Heller, No. 2, p. 112, Taf. II, Fig. 11. — Herdman, No. 6, p. 529, Pl. X, Fig. 1—5.

Ascidia venosa, delle Chiaje (non O. F. Müller), No. 1, p. 187, p. 198, Tav. XLVI, Fig. 3 (der Text sagt »A. venosa«, die Tafel »A. mamillata«), Tav. XLV, Fig. 20 (delle Chiaje führt p. 198 A. mamillata Cuv. auf als Synonym seiner A. venosa; ferner glaubt delle Chiaje, dass Ph. urtica [Risso, p. 276] vielleicht auch ein Synonym ist).

Phallusia monachus, Savigny, p. 167, Pl. X, Fig. 2.

Phallusia mamillata, delle Chiaje (non Savigny), No. 2, p. 16, Tav. 81, Fig. 1, 2, 3, 5 und 15 (besonders ist Fig. 1 charakteristisch; es ist aber nicht correct, wenn delle Chiaje hinter seine Ph. mamillata »Sav.« setzt, denn Savigny's Ph. mamillata ist = Ph. mentula [O. F. Müller]). — Philippi, p. 55 (auch Philippi setzt A. urtica Risso als Synonym dieser Art). — Julin, No. 3, p. 214, pl. XIV.

Der Körper fast doppelt so hoch wie lang, mit der Basis angewachsen. Das

Digitized by Google

Thier erreicht eine sehr bedeutende Größe. 150 mm hoch, 65 mm lang, Mund- bis Kloakenöffnung 70 mm.

Der Mantel knorpelartig und sehr dick, besonders gegen die Basis hin. Die Oberfläche mit großen, buckelförmigen Erhöhungen besetzt. Von der Innenseite ragt links im Niveau der Kloakenöffnung eine schräg nach unten und vorn gehende Verlängerung des Mantels hervor. Um den Rand der erwähnten Verlängerung beugt sich der nach unten sehr verlängerte Kiemensack.

Farbe. Der ganz undurchsichtige Mantel ist weißlich, horn- oder knorpelfarben; an den von mir untersuchten Exemplaren habe ich keine Ablagerung von rothem Pigment beobachtet, auch nicht rings um die Öffnungen. Bei durchscheinendem Lichte schimmert der Darmcanal wie ein dunkler Schatten durch. Der vordere Theil des Magens ist braungelb, wie versengt, der hintere Theil weißlich. Eben so ist der Theil des Darmes, welcher vom Magen bis an die obere Krümmung des Darmes geht, braungelb pigmentirt.

Die Musculatur des Körpers wie gewöhnlich nur an der rechten Seite entwickelt.

Die Mundöffnung terminal; die Kloakenöffnung sitzt bedeutend niedriger; beide Öffnungen an recht geräumigen, aber ganz kurzen und völlig retractilen Siphonen. Die Lappen der Öffnungen stumpf und verhältnismäßig kurz.

Die Tentakel ca. 60 an der Zahl, von 3 verschiedenen Längen.

Das Flimmerorgan außerordentlich klein, hufeisenförmig; die Öffnung zwischen den 2 mit den Spitzen zusammengebogenen Hörnern ist nach vorn gekehrt. Zona praebranchialis fein und dicht warzig.

Der Nervenknoten ist groß, länglich und liegt weit vom Flimmerorgane abgerückt.

Der Kiemensack ist weit über den Magen verlängert und wie erwähnt unten nach links gekrümmt; das Kiemengitter mit verhältnismäßig kleinen, quadratischen Feldern; die dünnen Längsrippen sind an den Kreuzungsstellen mit den ziemlich flachen Querrippen mit großen, stumpfen Papillen versehen; die intermediären Papillen sind ganz klein und warzenförmig; ca. 4 Spirakel in jedem Felde.

Die Dorsalleiste niedrig, mit glattem, ungezähnelten Rande.

Darmcanal. Der Schlund wird von einem langen Spalt gebildet und liegt weit vom Grunde des Kiemensackes entfernt in einem schmalen, gestreckten Hofe. Der Ösophagus kurz und beinahe gerade; der Magen sehr klein, birnförmig; der Darm ziemlich eng; die obere Krümmung liegt weit niedriger als der Anus, ungefähr in der Höhe mit dem Schlunde. Eine sehr starke Leiste fängt im Magen an und läuft durch den ganzen Darm bis an den Rand des Anus. Im Mastdarme ist die Leiste mit 2 Kielen versehen; die Spitze der Leiste frei. Der Anus mit wenigen, großen Lappen am Rande.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. — Adriat. Meer. — Küste von Frankreich (cf. Savigny, p. 167). — Englische Küsten: Portland (cf. Herdman, No. 6, p. 529).

2. Phallusia mentula (O. F. Müller).

Taf. 33, Fig. 7—9; Taf. 34, Fig. 4; Taf. 35, Fig. 3 u. 18.

Ascidia mentula, O. F. Müller, No. 3, vol. I, p. 6, Tab. 8, Fig. 1—4. — ? O. Fabricius, p. 331. — Forbes & Hanley, p. 32, Pl. C, Fig. 1. — M. Sars, No. 1, p. 36. — Heller, No. 1, p. 2, Taf. I, Fig. 1—2. — Herdman, No. 1, p. 465.

Digitized by Google

Ascidia monachus, Cuvier, p. 32 (non P. monachus, Savigny, p. 167).

Phallusia mentula, Kupffer, p. 209, Taf. IV, Fig. 1. — Julin, No. 2, p. 79, Pl. V, Fig. 1—4.

Der Körper ist oft über doppelt so hoch wie lang, etwas zusammengedrückt, mit der Basis oder einem Theil der linken Seite angewachsen. Das größte Exemplar 153 mm hoch, 56 mm lang; Mund- bis Kloakenöffnung 86 mm. Das kleinste von mir beobachtete Exemplar war 37 mm hoch, 18 mm lang; Mund- bis Kloakenöffnung 22 mm.

Der Mantel ist dick, besonders an der linken Seite, knorpelartig, nicht so durchsichtig am lebenden Thiere wie an Spiritusexemplaren. Links ungefähr in der Mitte an der inwendigen Seite des Mantels sieht man einen kurzen, kegelförmigen Zapfen, der in eine Vertiefung oberhalb der unteren Krümmung des Darmes eingreift; rings um diesen Zapfen findet sich ein recht deutlicher Abdruck des Darmes.

Die Farbe ist gewöhnlich milchartig, halb durchsichtig, mit mehr oder weniger stark durchscheinendem rothen Pigment. Zuweilen ist nur der Magen mit dem rothen Pigment versehen, zuweilen dehnt sich dieses über den ganzen Kiemensack aus, und endlich findet man auch Individuen, an welchen die rothe Farbe ganz vorherrscht. In den Winkeln zwischen den Lappen der Mund- und Kloakenöffnung ist immer rothe Farbe abgelagert. An der linken Seite schimmert der Darm mit seiner graulich braunen Farbe durch, mehr oder weniger mit weißen Flecken — den Testikelmassen — überstreut. Weiter sieht man Vas deferens und Oviduct in der Regel ganz deutlich; Jenes ist weiß, Dieser grünlich.

Die Musculatur des Körpers wie gewöhnlich nur an der rechten Seite entwickelt.

Die Mundöffnung terminal, zuweilen ganz nach rechts gedreht; die Kloakenöffnung ist weit nach unten gerückt und immer nach rechts gewendet; die beiden Öffnungen an geräumigen, aber ziemlich kurzen, völlig retractilen Siphonen.

Die Tentakel variiren stark sowohl in Größe wie in Form; 78—85 an der Zahl. Zona praebranchialis mit kleinen, keulenförmigen Warzen bedeckt.

Das Flimmerorgan groß, hufeisenförmig, gewöhnlich etwas länger als breit. Die Hörner sind mehr oder weniger gekrümmt; entweder sind die beiden Spitzen eingekrümmt, oder seltener ist die eine nach außen, die andere einwärts gekrümmt.

Der Nervenknoten ist groß, länglich und liegt weit vom Flimmerorgane abgerückt.

Der Kiemensack ragt unten über den Magen sehr weit hinaus. An den Kreuzungsstellen der dünnen Längsrippen mit den flachen Querrippen sitzen kurze, kegelförmige Papillen; intermediäre Papillen sind auch vorhanden, aber viel kleiner. Die Felder des Kiemensackes sind beinahe quadratisch; ca. 5—7 Spirakel in jedem Felde. An der rechten Seite der Dorsalleiste etwas vor dem Schlunde liegt in Kiemensack das zuerst von Kupffer erwähnte, lange, spaltenförmige Loch, dessen Rand scharf, wellig und ohne Flimmerbedeckung ist.

Die Dorsalleiste stark am Rande gezähnelt; jeder Zahn entspricht einer Rippe.

Darmcanal. Der Schlund liegt am oberen Ende eines langen, schmalen, glatten Hofes, der an der linken Seite von der Dorsalfalte begrenzt wird; ich glaube, dass die von Heller an der rechten Seite des Schlundhofes beschriebenen Papillen zum größten Theil nicht Papillen sind, sondern Spitzen von den Querrippen des Kiemensackes; diese lassen sich nämlich leicht losreißen und präsentiren sich dann als Papillen. Der Ösophagus ist eng und trichterförmig; der Magen sehr

Digitized by Google

geräumig und inwendig beinahe ganz glatt; an der Stelle, wo der Magen in den Darm übergeht, ist er von einer schwach prominirenden Querfalte begrenzt. Der Darm bildet ein schön gekrümmtes S. Der Mastdarm ist nach hinten gekrümmt. Der Anus, welcher tiefer als die obere Krümmung des Darmes liegt und ein wenig nach der rechten Seite gedreht ist, ist mit einer Lippe an der rechten und linken Seite versehen; der Rand ist glatt und ein wenig umgeschlagen.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. — Adriat. Meer. — Englische Küsten. — Küste von Norwegen[1]. — Kerguelen Island (cf. HERDMAN).

3. **Phallusia quadrata** nov. sp.

Taf. 34, Fig. 5; Taf. 35, Fig. 19.

Der Körper ziemlich derb, nicht doppelt so hoch wie lang, zusammengedrückt, mit fast der ganzen linken Seite angewachsen. 50 mm hoch, 29 mm lang, Mund- bis Kloakenöffnung 27 mm.

Der Mantel dick, knorpelartig, an der angewachsenen, linken Seite mehr hautartig; die freie Oberfläche mit groben, unregelmäßigen Runzeln, sonst glatt, ohne Fortsätze.

Die Farbe des Mantels ist weißlich, knorpelartig und undurchsichtig. Der obere Theil des Innenkörpers mit recht kräftigem rothen Pigment versehen. Der Magen bräunlich roth, der Darm olivengrün oder graulich.

Die Musculatur des Körpers wie gewöhnlich nur auf der rechten Seite entwickelt.

Die Mundöffnung terminal; die Kloakenöffnung in der halben Höhe des Thieres; beide Öffnungen sitzen an kurzen, geräumigen Siphonen fast in der Mittellinie.

Die Tentakel ca. 50 an der Zahl, von 3—4 verschiedenen Größen. Zona praebranchialis mit feinen, dicht gestellten Warzen besetzt.

Das Flimmerorgan sehr klein und undeutlich, hufeisenförmig, die Öffnung zwischen den beiden, schwach zusammengekrümmten Hörnern ist nach vorn gerichtet.

Der Nervenknoten gestreckt, sehr weit hinter dem Flimmerorgane gelegen.

Der Kiemensack überragt unten den Magen fast gar nicht. Die Längsrippen kräftig, eben so breit wie die dünnsten unter den Querrippen, die in 3—4 verschiedenen Größen auftreten. An den Kreuzungsstellen der Längs- und Querrippen sitzen große, zusammengedrückte, kurze, keulenförmige Papillen; intermediäre Papillen vorhanden, ganz klein, aber überall deutlich entwickelt, kegelförmig und spitz. Die Felder des Kiemensackes quadratisch. 7—8 Spirakel in jedem Felde. Das Kiemengitter der Länge nach gefalten.

Die Dorsalleiste mit glattem, ungezähnelten Rande.

Der Darmcanal gleicht in Lage und Aussehen etwas dem der *P. mentula*, aber die obere Krümmung beugt sich länger nach hinten und die Schlingen liegen dichter an einander. Der Magen kurz und hoch; der Darm geräumig. Eine kräftige Leiste läuft durch den Darm und hört in der Nähe des Anus auf. Anus mit glattem, ungezähnelten Rande.

Fundort: Mittelmeer: Golf von Neapel.

---

[1] Später habe ich gesehen, dass die von mir, No. 1, p. 436, von Island, Grönland und Nordamerika aufgeführten Exemplare nicht *P. mentula*, sondern eine neue Art, *P. Olrikii*, sind.

Digitized by Google

4. **Phallusia muricata** (Heller).

Taf. 34, Fig. 6—7; Taf. 35, Fig. 4 u. 20.

Ascidia muricata, Heller, No. 1, p. 13, Taf. IV, Fig. 6—7, Taf. V, Fig. 1. — ?Herdman, No. 5, p. 285, Pl. XVIII, Fig. 1—2.

Der Körper fast doppelt so hoch wie lang, zusammengedrückt, mit dem niedrigsten Theile der linken Seite angewachsen. 59 mm hoch, 28 mm lang; Mund- bis Kloakenöffnung 42 mm.

Der Mantel ziemlich dick, weich, halb durchsichtig, überall mit großen, kurzen, kegelförmigen Warzen besetzt.

Die Farbe ist mir unbekannt; ich habe nur in Spiritus aufbewahrte Thiere gesehen.

Die Musculatur des Körpers wie gewöhnlich nur an der rechten Seite entwickelt.

Die Mundöffnung terminal, die Kloakenöffnung sitzt sehr niedrig und ist etwas nach rechts gerückt; beide Öffnungen an kurzen Siphonen.

Die Tentakel ca. 45 an der Zahl, von 3—4 verschiedenen Längen (Herdman führt nur 12 lange und 12 kurze Tentakel an). Zona praebranchialis mit kleinen, dicht gestellten Warzen bedeckt.

Das Flimmerorgan mittelgroß, hufeisenförmig, breiter als lang; das eine Horn oft ein wenig mehr eingekrümmt als das andere.

Der Nervenknoten ziemlich klein, gestreckt, liegt nur um $^1/_5$ des Zwischenraumes vom Flimmerorgane bis zum Schlunde entfernt.

Der Kiemensack ragt unten ein ansehnliches Stück über den Magen hinaus. Die kräftigen Längsrippen ungefähr von derselben Breite wie die Querrippen; an den Kreuzungsstellen solide, aber kurze, kegelförmige, an der Basis etwas verengte Papillen; intermediäre Papillen vorhanden, ziemlich klein, aber sehr deutlich, spitz. Die Felder bedeutend länger als breit; 4 lange Spirakel in jedem Felde (Herdman hat nur 2—3 Spirakel beobachtet). Das Kiemengitter der Länge nach gefalten.

Die Dorsalleiste mit kurzen und wenigen Zähnen, einer für jede Rippe, und Andeutung eines zwischenliegenden; Herdman sagt (l. c. p. 286) »margin plain«.

Darmcanal. Der Magen gestreckt, spindelförmig, geht vorn ziemlich allmählich in den engen und langen Ösophagus und hinten ebenso in den geräumigen Darm über; der Darm bildet ein dicht zusammengezogenes S; die obere Krümmung des Darmes liegt etwas höher als der Anus, der gerade nach hinten zeigt und mit einem schwach verdickten, etwas umgeschlagenen, rundgezackten Rande versehen ist. Eine schwache Leiste läuft durch den Darm und verliert sich in den Rand des Anus.

Fundorte: Mittelmeer. Adriat. Meer bei Lesina.

Anm. Die Beschreibung und die Figuren sind nach einem Original-Exemplar in dem Zool. Museum der Universität Kopenhagen entworfen.

5. **Phallusia fumigata** (Grube).

Taf. 33, Fig. 14—15; Taf. 34, Fig. 8—9; Taf. 35, Fig. 5 u. 21.

Ascidia fumigata, Grube, No. 2, p. 56, Fig. 5. — Heller, No. 2, p. 108, Taf. I, Fig. 2—19, Taf. II, Fig. 1—8.

Digitized by Google

(Nach HELLER, No. 2, p. 111 sind Ascidia chlorogenia und chlorea de Lacaze-Duthiers von den französischen Küsten = A. fumigata.)

Der Körper fast doppelt so hoch wie lang, am breitesten unten gegen die Basis hin, in der Regel mit dem größten Theil der linken Seite angewachsen. Viele von den neapolitanischen Exemplaren, die ich lebend gesehen habe, waren von einer mehr oder weniger unregelmäßigen Form; sie saßen nämlich in löcherige Lavastücke eingeklemmt. Das größte Exemplar aus dem Golfe war 52 mm hoch, 28 mm lang; Mund- bis Kloakenöffnung 35 mm. Ein Exemplar im Zoolog. Museum zu Kopenhagen aus Lesina war 80 mm hoch, 39 mm lang; Mund- bis Kloakenöffnung 48 mm. Nach HELLER (No. 2, p. 108) können größere Exemplare eine Höhe von 12—13 cm erreichen.

Der Mantel ziemlich dick, fest und knopelartig; die freie Oberfläche ein wenig gerunzelt, rings um die Öffnungen mit ziemlich großen, kurzen, kegelförmigen Papillen besetzt.

Farbe. Mantel besonders an den freien Partien und rings um die Öffnungen tintenartig schwarz, gänzlich undurchsichtig; Kiemensack und Darmcanal dunkel und mit grünlich-gelbem Pigment versehen. In jedem Winkel zwischen den Lappen der Öffnungen findet sich ein kleiner, dunkelrother Fleck.

Die Musculatur des Körpers erinnert etwas an die der *P. atra* (Lesueur), weil die linke Seite auch oben mit Musculatur versehen ist.

Die Mundöffnung terminal oder ganz leicht gegen die rechte Seite gekehrt; die Kloakenöffnung weit nach unten und immer nach rechts gerückt, an kurzen und ziemlich engen Siphonen. Die Öffnungen der oben erwähnten in Löcher der Lavaklumpen eingewachsenen Exemplare saßen natürlich ungefähr in derselben Höhe. Einmal habe ich ein Exemplar mit doppelter Mundöffnung beobachtet (cf. Taf. 33, Fig. 15); beide Mundöffnungen saßen in der Mittellinie wie bei den anomalen Individuen der *P. aspersa* und *Ciona intestinalis*.

Die Tentakel ca. 44 an der Zahl, von drei verschiedenen Größen.

Das Flimmerorgan sehr klein, spiralförmig (Taf. 35, Fig. 5). Zona praebranchialis mit kleinen, dicht gestellten Warzen besetzt.

Der Nervenknoten klein, länglich, liegt näher an der Kloaken- als an der Mundöffnung.

Der Kiemensack überragt unten sehr deutlich den Magen. Das Kiemengitter erinnert sehr an das der *P. mamillata* (p. 457); die Felder sind nämlich in beiden Arten verhältnismäßig klein und beinahe quadratisch, vielleicht ein wenig breiter bei *P. fumigata*; auch sind beide Arten sowohl mit Papillen an den Kreuzungsstellen der Längs- und Querrippen als mit intermediären Papillen versehen. Die ersterwähnten Papillen scheinen jedoch bei *P. fumigata* meistens etwas kürzer und stumpfer zu sein, und die Querrippen der genannten Art sind etwas flacher und breiter als bei *P. mamillata*. *P. fumigata* hat 5—6 Spirakel in jedem Felde, *P. mamillata* gewöhnlich 4. Das Kiemengitter der *P. atra* (Les.)[1] ist von dem der *P. fumigata* sehr verschieden.

Die Dorsalleiste ziemlich hoch, mit kurzen zerstreuten Zähnen am Rande.

Darmcanal. Die Krümmungen des Darmcanals liegen dicht an einander. Der Schlund an dem oberen Ende eines langen, schmalen Hofes; der Magen klein, der Darm sehr geräumig, besonders der Mastdarm stark erweitert. Anus eng, mit lappigem Rande, liegt viel niedriger als die obere Krümmung des Darmes.

---

[1] TRAUSTEDT, No. 2, p. 279, Tab. V, Fig. 17.

Digitized by Google

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. — Adriat. Meer: Triest, Lussinpiccolo, Lesina (cf. HELLER, No. 2, p. 111).

6. **Phallusia oblonga**, nov. sp.

Taf. 33, Fig. 18; Taf. 34, Fig. 10—12; Taf. 35, Fig. 6—7 u. 22—23.

Der Körper ist doppelt so hoch wie lang, zusammengedrückt, mit der linken Seite angewachsen; ca. 28 mm hoch, 15 mm lang; Mund- bis Kloakenöffnung 15—20 mm.

Der Mantel ziemlich dick, mehr oder weniger knorpelartig, an der linken Seite dünner, fast hautartig; die Oberfläche mit kurzen, kegelförmigen Papillen versehen, besonders rings um die Mundöffnung.

Farbe. Mantel milchartig weiß, seltener ganz wasserhell. Magen bräunlich, Darm olivengrün.

Die Musculatur des Körpers wie gewöhnlich nur an der rechten Seite entwickelt.

Die Mundöffnung terminal; die Kloakenöffnung sitzt ganz niedrig und ist mehr oder weniger nach rechts gerückt; beide Öffnungen an ganz kurzen Siphonen.

Die Tentakel 50—60 an der Zahl, von 3—4 verschiedenen Größen. Zona praebranchialis mit kleinen, dicht gestellten Warzen versehen.

Das Flimmerorgan sehr klein, etwas länger als breit, hufeisenförmig.

Der Nervenknoten gestreckt, weit vom Flimmerorgane abgerückt.

Der Kiemensack überragt unten etwas den Magen. Die Längsrippen ziemlich dünn. Die Querrippen von 3 verschiedenen Größen. An den Kreuzungsstellen der Längs- und Querrippen sitzen kräftige, kurze, kegelförmige, etwas abgestumpfte Papillen; intermediäre Papillen sind hie und da vorhanden, ganz klein, knotenförmig; bisweilen fehlen sie auch ganz. Die Felder sind ungefähr doppelt so lang wie breit. 4—5 Spalten in jedem Felde. Das Kiemengitter der Länge nach gefalten.

Die Dorsalleiste mit langen Zipfeln am Rande; ein langer Zipfel für jede Rippe; zwischen je 2 und 2 von diesen finden sich 1—2 kurze Zähne.

Darmcanal. Der Ösophagus kurz, etwas gekrümmt. Magen klein, kugel- oder bisweilen birnförmig; Darm geräumig; die obere Krümmung des Darmes ist ein wenig nach hinten gebogen und überragt sehr weit den Anus, dessen Rand ungezähnelt, etwas umgeschlagen, bisweilen wellig ist. Eine starke Leiste verläuft im Darme und endet in einer kurzen freien Spitze etwas nach innen vom Rande des Anus.

Fundort: Mittelmeer: Golf von Neapel.

7. **Phallusia venosa** (O. F. Müller).

Taf. 33, Fig. 10—11; Taf. 34, Fig. 13; Taf. 35, Fig. 25.

Ascidia venosa, O. F. MÜLLER, No. 3, vol. I, p. 25, Tab. 25. — THOMPSON, p. 94. — FORBES & HANLEY, p. 31. — HANCOCK, p. 306.
Phallusia venosa, TRAUSTEDT, No. 1, p. 438. — JULIN, No. 2, p. 83, Pl. IV, Fig. 3.

Digitized by Google

?Phallusia prunum, KUPFFER, p. 211 (non Ascidia prunum, HELLER, No. 2, p. 113, Taf. III, Fig. 1—3).

?Ascidia virginea, HELLER, No. 2, p. 111, Taf. II, Fig. 9—10.

Der Körper mehr als doppelt so hoch wie lang, cylinderförmig, oben ein wenig zusammengedrückt, gewöhnlich mit der Basis oder einem kleinen Theil der linken Seite angewachsen; ca. 74 mm hoch, 30 mm lang; Mund- bis Kloakenöffnung 22 mm.

Der Mantel ziemlich dick, knorpelartig, halbdurchsichtig; die Oberfläche ganz glatt.

Die Farbe kenne ich nicht; ich habe nur Spiritusexemplare gesehen.

Die Musculatur des Körpers schwach; sie ist nicht nur wie gewöhnlich an der rechten Seite entwickelt, sondern erstreckt sich auch ziemlich weit an dem oberen Theil der linken Seite herum.

Die Mundöffnung terminal, die Kloakenöffnung sitzt ihr sehr nahe; beide, wie es scheint, an sehr kurzen Siphonen.

Die Tentakel 60—70 an der Zahl, von wenigstens 3 verschiedenen Größen. Zona praebranchialis mit feinen Warzen besetzt.

Das Flimmerorgan mittelgroß, hufeisenförmig, ganz wie die Figur JULIN's, l. c.

Der Nervenknoten sehr gestreckt, dicht hinter dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack überragt unten kaum den Magen. An den Kreuzungsstellen der sehr kräftigen Längsrippen mit den flachen Querrippen sitzen große, kegelförmige Papillen; keine intermediäre Papillen vorhanden. Die Felder des Kiemensackes breiter als lang; in der Regel 6—8 große Spirakel in jedem Felde.

Die Dorsalleiste erstreckt sich weit über den Schlund hinaus; der Rand sehr fein, aber deutlich gezähnelt.

Der Darmcanal ist recht charakteristisch; der Schlund liegt am oberen Ende eines langen schmalen Hofes, welcher an der rechten Seite von einer sehr deutlichen Leiste begrenzt ist; der Ösophagus ist kurz, der Magen klein, eng und schräg gestellt. Die obere Krümmung des geräumigen Darmes liegt sehr niedrig, weit unter dem Anus. Der Mastdarm läuft sehr hoch empor und krümmt sich ein wenig nach hinten. Der Anus mit etwas umgeschlagenem, welligen Rande.

Fundorte: Küsten von England und Norwegen.

8. **Phallusia malaca**, nov. sp.

Taf. 33, Fig. 12—13; Taf. 34, Fig. 14—15; Taf. 35, Fig. 8—12 u. 24.

Ascidia depressa, HELLER, No. 1, p. 15, Taf. V, Fig. 10—12. — Non: ALDER, No. 1, p. 201. — Non: HERDMAN, No. 5, p. 286, Pl. XVIII, Fig. 4—5.

?Ascidia compressa, JULIN, No. 3, p. 212.

Der Körper ist gewöhnlich sehr hoch, mit der linken Seite oder mit der Basis angewachsen. Die Dimensionen sind bei den Individuen sehr verschieden.

Das größte Exempl.:	112 mm h.;	28,5 mm l.;	Mund- bis Kloakenöffnung	44 mm
ein zweites » :	90 » ;	30 » »;	» » »	39 »
ein drittes » :	83 » ;	46 » »;	» » »	31 »

Der Mantel ist ziemlich dünn, weich und durchsichtig; die Oberfläche etwas runzelig, ohne Warzen.

Die Farbe der lebendigen Thiere ist knorpelartig weiß, fast ganz wie die der Spiritusexemplare, vielleicht ein wenig heller, mit einem sehr schwachen, grünlichen Schimmer. Der rothbraune Magen und die weiße Farbe der Dorsalleiste, des Flimmerorganes und der Flimmerbögen scheinen an kleineren Exemplaren sehr deut-

Digitized by Google

lich durch. Es findet sich ein kleiner, runder, rother Punkt in jedem Winkel zwischen den Lappen der Mund- und Kloakenöffnung.

Die Musculatur des Körpers ist wie gewöhnlich nur an der rechten Seite entwickelt.

Die Mundöffnung terminal; die Kloakenöffnung ziemlich weit nach unten gerückt; beide Öffnungen an gewöhnlich sehr langen Siphonen; der Kloakensiphon ist mehr oder weniger nach rechts gerückt; bisweilen sind die Öffnungen beinahe sitzend. — Sehr oft habe ich in der Zoologischen Station zu Neapel Exemplare mit zwei Kloakenöffnungen beobachtet, was ich bisher nie bei irgend einer anderen Phallusienart gesehen habe. Dagegen sind mir Individuen dieser Art mit zwei Mundöffnungen nie vorgekommen. Als ein Beispiel der Häufigkeit der mit doppelter Kloakenöffnung versehenen Individuen kann ich anführen, dass ich einmal unter 82 Exemplaren acht, ein anderes Mal unter 32 zwei mit zwei Kloakenöffnungen angetroffen habe. In der Regel konnte ich sicher sein, unter je 10—12 Individuen ein auf obengenannte Weise ausgestattetes zu finden. Diese zwei Kloakenöffnungen saßen entweder hart neben einander oder ziemlich weit von einander entfernt, doch immer in gleicher Höhe. Dieser Verdoppelung der Kloakenöffnung entspricht eine doppelte Entwicklung der Musculatur der Siphonen; im Übrigen habe ich keine anderen Veränderungen der Bildungsverhältnisse beobachtet. Vielleicht stehen die hier erwähnten Eigenthümlichkeiten mit der doppelten Kloakenanlage des Embryo in Verbindung.

Die Tentakel ca. 60 an der Zahl, von mehreren verschiedenen Größen; die kürzesten knotenförmig. Zona praebranchialis ohne Papillen.

Das Flimmerorgan gewöhnlich hufeisenförmig, mit nach vorn gekehrter Öffnung. Die beiden Hörner bald nur zusammengebogen, bald eingekrümmt, oft das eine einwärts, das andere auswärts, oft alle beide auswärts gekrümmt.

Der Nervenknoten länglich, weit vom Flimmerorgane abgerückt.

Der Kiemensack überragt unten sehr deutlich den Magen. Außer den Spirakeln findet sich keine größere Öffnung wie bei *P. mentula*. Schmale und breite Querrippen wechseln ziemlich regelmäßig mit einander; hie und da beobachtet man jedoch eine viel breitere Querrippe (ungefähr so breit wie die Felder des Kiemensackes). Die kräftigen Längsrippen sind an den Kreuzungsstellen mit den breiteren Querrippen mit großen, zusammengedrückten, etwas gekrümmten und zugespitzten Papillen versehen; an den Kreuzungsstellen mit den schmaleren Querrippen sitzen auch Papillen, diese sind aber viel kleiner und mehr kegelförmig. Keine intermediäre Papillen vorhanden. Die Felder des Kiemensackes ungefähr doppelt so breit wie lang; 6—8 kurze Spirakel in jedem Felde. Das Kiemengitter der Länge nach ein wenig gefalten.

Die Dorsalleiste ist am Rande gezähnelt und erstreckt sich unten weit über die Schlundöffnung hinaus.

Der Darmcanal gleicht in Lage und Krümmung zum Theil dem der *P. mentula*. Der Schlund liegt am oberen Ende eines langen, schmalen Hofes. Der Dorsalleiste entlang läuft eine feine, aber deutliche Leiste den erwähnten Schlundhof hinab bis an die linke Ecke des Schlundes; eine ähnliche dünne Leiste wird auch an der rechten Seite des Schlundhofes gesehen. Eine ziemlich kräftige Leiste läuft in dem geräumigen Darme von dem großen Magen bis an den Anus, dessen Rand scharfkantig, ungezähnelt und mit zwei Lippen versehen ist.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. — Adriatisches Meer: Lesina (cf. Heller).

Digitized by Google

9. Phallusia pusilla nov. sp.

Taf. 34, Fig. 16—17; Taf. 35, Fig. 26.

Der Körper fast eben so hoch wie lang, zusammengedrückt, mit der ganzen linken Seite angewachsen; ca. 19 mm hoch, 16 mm lang; Mund- bis Kloakenöffnung ca. 15 mm.

Der Mantel ziemlich dick und weich; die angewachsene Partie desselben dünn, fast hautartig; die freie Oberfläche mit kurzen, dicht gestellten Papillen besetzt.

Die Farbe ist weißlich; in den Winkeln der Lappen der Mund- und Kloakenöffnung die gewöhnlichen rothen Flecken; Darmcanal olivengrün.

Die Musculatur des Körpers wie gewöhnlich nur an der rechten Seite entwickelt.

Die Mundöffnung ist terminal; die Kloakenöffnung sitzt ganz niedrig und ist etwas nach rechts gerückt; beide Öffnungen an kurzen Siphonen.

Die Tentakel ca. 33 an der Zahl, von verschiedener Länge. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan klein, hufeisenförmig; die Öffnung zwischen den zwei zusammengebogenen, nicht eingerollten Hörnern ist wie gewöhnlich nach vorn gekehrt.

Der Nervenknoten gestreckt, liegt ziemlich weit vom Flimmerorgane abgerückt.

Der Kiemensack überragt unten fast gar nicht den Magen. Die Längsrippen dünn, die Querrippen flach, von 3—4 verschiedenen Breiten; die größten breiter, als der Zwischenraum zwischen 2 Querrippen. An den Kreuzungsstellen der Längs- und Querrippen sitzen kräftige, etwas zusammengedrückte, kurze, keulenförmige, an der Spitze abgerundete Papillen. Keine intermediäre Papillen vorhanden; ca. 8 Spirakel in jedem Felde.

Die Dorsalleiste mit langen Zipfeln am Rande.

Der Darmcanal ist in Betreff seiner Lage sehr charakteristisch. Der Magen ist gestreckt und geht fast unmerklich in den geräumigen Darm über. Der Mastdarm liegt horizontal. Eine Leiste läuft durch den Darm, wird in dem Mastdarme zusammengedrückt und kielförmig und ragt in dem Anus mit einer plötzlich abgestutzten Spitze hervor. Der Anus ist desswegen herzförmig, sein Rand ungezähnelt und etwas verdickt.

Fundort: Mittelmeer: Golf von Neapel.

10. Phallusia ingeria, nov. sp.

Taf. 33, Fig. 16—17; Taf. 34, Fig. 18; Taf. 35, Fig. 13 u. 27.

?Ascidia aspera, Heller, No. 1, p. 13, Taf. V, Fig. 2—3.

Der Körper ist bald fast doppelt so hoch wie lang, bald ungefähr von gleicher Höhe und Länge, gewöhnlich mit der ganzen linken Seite angewachsen; ca. 20 mm hoch; 12—16 mm lang; Mund- bis Kloakenöffnung 6—10 mm.

Der Mantel ist ziemlich dick und knorpelartig, seine freie Oberfläche ist besonders rings um die Mundöffnung mit kurzen, dornenförmigen Fortsätzen bedeckt.

Die Farbe des Mantels ist milchartig und etwas undurchsichtiger als bei *P. mentula*; bisweilen findet man besonders rings um die Öffnungen dunklen, fast sepiaschwarzen Farbstoff abgelagert, wodurch der Mantel selbstverständlich völlig undurchsichtig wird. Der Innenkörper des Thieres ist gelblich-grünlich;

Digitized by Google

der Magen rothbraun, der Darm mehr oder weniger olivengrün. In jedem Winkel der Öffnungen sieht man einen kleinen, runden, rothen Fleck.

Die Musculatur des Körpers wie gewöhnlich nur an der rechten Seite entwickelt.

Die Mundöffnung terminal oder etwas nach rechts gerückt, die Kloakenöffnung sitzt sehr niedrig und ist immer sehr weit nach rechts gerückt; beide Öffnungen an ganz kurzen Siphonen.

Die Tentakel ca. 45 an der Zahl, abwechselnd lang und kurz. Zona praebranchialis fein und dicht warzig.

Das Flimmerorgan sehr klein, halbmondförmig; die Öffnung nach vorn gekehrt.

Der Nervenknoten gestreckt, liegt ungefähr in der Mitte zwischen den beiden Öffnungen.

Der Kiemensack ragt unten nur sehr wenig über den Magen hinaus. Die Längsrippen sind recht kräftig und ungefähr eben so breit wie die flachen Querrippen. An den Kreuzungsstellen der Längs- und Querrippen finden sich große, etwas zusammengedrückte, an der Spitze abgerundete, krumme Papillen. Intermediäre Papillen fehlen. Die Felder sind beinahe quadratisch; 4—5 Spirakel in jedem Felde.

Die Dorsalleiste am Rande stark gezähnelt; die Zähne von verschiedener Länge.

Der Darmcanal ist sehr charakteristisch. Der Magen klein, fast kugelförmig. Die obere Krümmung des geräumigen Darmes ist sehr weit nach hinten über den Anus hin gebogen. Der Mastdarm fast horizontal. Eine starke Leiste läuft im Darme bis an den Anus, dessen Rand ungezähnelt und etwas wellig ist.

Fundort: Mittelmeer: Golf von Neapel.

11. **Phallusia virginea** (O. F. Müller).

Taf. 33, Fig. 23.

Ascidia virginea, O. F. Müller, No. 1, p. 225, No. 3, vol. II, p. 12, Tab. 49, Fig. 4. — Übrigens werde ich mich damit begnügen, auf die von Herdman, No. 5, p. 279—280, aufgeführten Synonymen hinzuweisen, nur glaube ich, dass die Ascidia virginea, Grube, No. 2, p. 53 und Heller, No. 2, p. 111, Taf. II, Fig. 9—10, vielleicht anderswo hinzustellen ist (cf. p. 472).

Der Körper doppelt so hoch wie lang, etwas zusammengedrückt, mit der Basis oder einem Theil der linken Seite angewachsen. Ein mittelgroßes Exemplar war 48 mm hoch, 28 mm lang und maß 15 mm von der Mund- bis zur Kloakenöffnung. In dem Zoologischen Museum zu Kopenhagen habe ich Individuen von 60—80 mm Höhe und 30 mm Länge beobachtet.

Der Mantel ziemlich dünn, knorpelartig, durchsichtig; die Oberfläche, wenn nicht mit fremden Körperchen incrustirt, glatt.

Die Farbe des Innenkörpers ist nach Kupffer, p. 211, »prachtvoll roth, orange und weiß getüpfelt und gestreift. Das Pigment vertheilt sich auf den Hautmuskelschlauch, die Kieme und die Eingeweide«.

Die Musculatur des Körpers recht kräftig; lange Fasern strecken sich auch etwas an dem oberen Theil der linken Seite herum.

Die Mundöffnung gewöhnlich terminal, jedoch häufig nach rechts gerückt; die

Digitized by Google

Kloakenöffnung sitzt etwas niedriger und gehört immer der rechten Seite an; beide Öffnungen an sehr kurzen, völlig retractilen Siphonen.

Die Tentakel ca. 60 an der Zahl, ziemlich lang, von 2—3 verschiedenen Größen. Zona praebranchialis glatt (ohne warzenförmige Fortsätze).

Das Flimmerorgan groß, hufeisenförmig, länger als breit; bald sind die Hörner einwärts, bald auswärts gerollt; die Öffnung zwischen den Hörnern gestreckt, ziemlich eng und nach vorn gekehrt.

Der Nervenknoten ist gestreckt, ziemlich groß und liegt dicht hinter dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack ragt unten nicht über den Magen hinaus. Die Längsrippen sind ziemlich dünn, ganz ohne Papillen und bilden in Vereinigung mit den flachen Querrippen von verschiedener Größe rectanguläre Felder, deren Längsachse fast halb so lang wie die Querachse ist; die Verbindungsstränge der Längs- und Querrippen sind ziemlich dünn und kurz; gewöhnlich 6—8 Spirakel in jedem Felde. Das Kiemengitter ist der Länge nach gefalten.

Die Dorsalleiste hoch und lang, am Rande sehr fein gezähnelt, nicht glatt, wie ich früher (No. 1, p. 439) gesagt habe; die Leiste endet hinten nicht in einem trichterförmigen Abschnitte wie gewöhnlich bei *P. aspersa*.

Der Darmcanal ist mehr einem Z als einem S ähnlich; der Schlund mit stark prominirenden, wulstigen Lippen an jeder Seite; der Ösophagus eng und stark gegen den Magen abgesetzt; der Magen ist verhältnismäßig klein und birnförmig und geht ganz allmählich in den sehr geräumigen Darm über. Eine kräftige Leiste läuft im Darme, wird in dem perpendiculär aufsteigenden Mastdarme sehr hoch und zusammengedrückt und hört mit einer freien Spitze etwas nach innen vom Anus auf. Der Anus trichterförmig, mit sehr verdicktem, umgeschlagenen, glatten Rande.

Fundorte: Küsten von England, Norwegen, Holland, Norddeutschland und Dänemark.

12. Phallusia aspersa (O. F. Müller).

Taf. 33, Fig. 19—22; Taf. 34, Fig. 19; Taf. 35, Fig. 14—15 u. 28.

Ascidia aspersa, O. F. Müller, No. 1, p. 225, und No. 3, vol. II, p. 33, Tab. 65, Fig. 2. — Forbes & Hanley, p. 35. — Herdman, No. 5, p. 281, Pl. XVI, Fig. 1—3, und No. 6, p. 529.

Ascidia mamillaris, delle Chiaje, No. 1, p. 187 und 197, Tav. 45, Fig. 14.

Ascidia prunum, delle Chiaje, No. 2, Tab. 84, Fig. 5 (in seiner Erklärung der Tafeln, p. 37, sagt delle Chiaje: »A. mammellare«, auf der Tafel steht dagegen »Ascidia prunum«).

Ascidia cristata, Grube, No. 1, p. 65, Tab. II, Fig. 8. — Grube, No. 2, p. 53. — Heller, No. 1, p. 16, Taf. VI, Fig. 5—12.

Ascidia pustulosa, Alder, No. 2, p. 154.

Ascidia aculeata, Alder, No. 2, p. 156.

Phallusia cristata, Risso, p. 276. — Philippi, p. 52—53.

?Phallusia mamillaris, delle Chiaje, No. 2, p. 15, Tab. 80, Fig. 13.

Digitized by Google

Phallusia pustulosa, KUPFFER, p. 213.
Phallusia aspersa, TRAUSTEDT, No. 1, p. 43.

Der Körper in der Regel doppelt so hoch wie lang, zuweilen nur mit der Basis, zuweilen mit einem größeren oder kleineren Theil der linken Seite angewachsen. Das größte Exemplar 100 mm hoch, 39 mm lang, 45 mm von der Mund- bis zur Kloakenöffnung.

Der Mantel verhältnismäßig dünn und weich, mit rauher Oberfläche, besonders rings um die Öffnungen, wo die Unebenheiten gewöhnlich sich mehr regelmäßig in Längsreihen gruppiren, die an Zahl den Winkeln der Öffnungen entsprechen.

Die Farbe des Mantels weißlich hornartig, an großen Individuen fast ganz undurchsichtig, an kleineren beinahe wasserhell. In den Winkeln der Mund- und Kloakenöffnung findet sich eine rothe, mehr oder weniger stark hervortretende Pigmentablagerung; bisweilen, namentlich an kleineren Exemplaren, setzt sich diese den Körper und Kiemensack hinab fort, besonders an der rechten Seite. Der Darmcanal ist leicht rothbraun mit mehr oder weniger olivengrünem Schimmer; an seiner Oberfläche finden sich goldgelbe Marmorirungen. Die Tentakel gelblichweiß oder weiß; auch an dem Kiemensacke sieht man hie und da weiße, unregelmäßige Flecken. Das Vas deferens ist silberweiß und der Oviduct, wenn voll von Eiern, gelblich.

Die Musculatur des Körpers wie bei *P. virginea* entwickelt.

Die Mundöffnung terminal, nach rechts gedreht; die Kloakenöffnung sitzt etwas niedriger und ist auch nach rechts gerückt; beide Öffnungen an mittellangen, geräumigen, nicht ganz retractilen Siphonen.

Die Tentakel ca. 30 an der Zahl, in der Regel von 3 verschiedenen Größen. Zona praebranchialis glatt (ohne warzenförmige Fortsätze).

Das Flimmerorgan sehr groß, hufeisenförmig, gewöhnlich breiter als lang; bald sind die beiden Hörner eingerollt, bald ist das eine nach außen, das andere nach innen gerollt.

Der Nervenknoten ist groß und liegt dicht hinter dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack ragt unten nicht über den Magen hinaus. Die kräftigen Längsrippen sind ganz ohne Papillen und bilden in Vereinigung mit den sehr breiten Querrippen rectanguläre Felder, deren Querachse größer als die Längsachse ist. Das Kiemengitter ist der Länge nach stark gefalten. Die Querrippen liegen im Niveau mit den am meisten nach innen prominirenden Theilen des Kiemengitters und gehen brückenförmig über die dazwischen liegenden Partien hinüber. Die Längsrippen schweben hoch über den Querrippen und werden von langen, mehr oder weniger zusammengedrückten Verbindungssträngen, die von den genannten Querrippen ausgehen, getragen. Es finden sich ca. 5 Spirakel in jedem Felde.

Die Dorsalleiste hoch und lang, am Rande gezähnelt, erstreckt sich nach hinten etwas über die linke Seite der Schlundöffnung hinaus, und endet hier in einem charakteristischen Trichter, dessen Öffnung nach vorn gekehrt ist.

Der Darmcanal bildet wie bei *P. virginea* eine Z-förmige Figur. Der Ösophagus ist lang, trichterförmig und stark gegen den kleinen, birnförmigen Magen abgesetzt; der Darm geräumig; sein vorderer aufsteigender Theil läuft auch ein wenig nach vorn, krümmt sich und geht in den nach unten und hinten laufenden Mitteltheil über; der Mastdarm steigt darauf schräg nach oben und hinten und überragt die obere Krümmung des Darmes nicht. Eine dicke Leiste läuft in dem Darme vom Magen und endet in einer freien stumpfen Spitze etwas nach innen vom

Digitized by Google

Anus. Der Anus zweilippig; der Rand ungezähnelt, ein wenig verdickt und umgeschlagen, gewöhnlich mit deutlichem Einschnitte an jeder Seite.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. — Adriat. Meer. — Küsten von England, Norwegen und Dänemark.

2. Familie: **Molgulidae.**

Die Mundöffnung 6-lappig; die Kloakenöffnung 4-lappig. Die Tentakel verästelt. Der Kiemensack mit oder ohne Falten.

Genus **Molgula.**

Der Körper bisweilen frei, bisweilen an andere Gegenstände angewachsen. Der Kiemensack ist mit Falten versehen, in welche von der äußeren Fläche des Kiemensackes Infundibula von verschiedenem Aussehen hineingesenkt sind. Der Darmcanal bildet an der linken Seite eine einfache Schlinge. Genitalorgane an beiden Seiten entwickelt, die links gelegenen oberhalb der Darmschlinge.

A. Der Kiemensack mit 6 Falten an jeder Seite. . . . 1. M. impura Heller.

B. Der Kiemensack mit 7 Falten an jeder Seite:

1) Die Lappen der Mund- und Kloakenöffnung gezipfelt (Ctenicella L.-D.). . . . . 2. M. appendiculata Heller.

2) Die Lappen der Mund- und Kloakenöffnung nicht gezipfelt. 3. M. occulta Kupffer.

Molgula impura Heller.

Taf. 34, Fig. 20—23; Taf. 35, Fig. 16.

Heller, No. 3, p. 28, Tab. VII, Fig. 8—13. — Non Molgula Koreni, Traustedt, No. 1, p. 424.

Der Körper länglich rund, ein wenig zusammengedrückt, in der Regel frei, bisweilen mit anderen Ascidien zusammengewachsen. 25 mm lang; 20 mm hoch; Mund- bis Kloakenöffnung 9 mm.

Der Mantel ist ziemlich dünn, und weil er mit Sand, Schlamm oder Pflanzentheilen incrustirt ist, völlig undurchsichtig. Wenn die fremden Körperchen abgebürstet werden, schimmern Darmcanal und Genitalorgane gewöhnlich recht deutlich durch, und man sieht dann, dass die ganze Oberfläche des Mantels dicht und fein behaart ist. Rings um die Öffnungen erhebt sich die Oberfläche in knotenförmigen Fortsätzen, die an Zahl den Winkeln der Mund- und Kloakenöffnung entsprechen.

Die Farbe des Mantels ist an älteren Individuen bräunlich oder graulich, an jungen Thieren dagegen mehr weißlich. Wird der Mantel weggenommen, so sieht man besonders in der Umgegend der Öffnungen eine starke Ablagerung rothen Pigmentes, welches den Siphonmuskeln entlang zieht und sich mit diesen verliert. Der Darm ist bräunlich oder olivengrün, die Leber dunkler. Niere und Ovarien sind leicht blassroth, die Testikelmassen weißlich oder gelblich. Der übrige Theil des Innenkörpers mit einem schwachen olivengrünen Schimmer. Die Tentakel gelblich.

Die Musculatur des Körpers ist, die großen Siphonmuskeln ausgenommen, schwach entwickelt und auf kurze Fasern reducirt.

Die Mundöffnung sitzt ziemlich weit nach vorn, die Kloakenöffnung ungefähr in der Mitte des Rückens, beide in der Mittellinie an sehr kurzen, völlig retractilen Siphonen.

Die Tentakel federartig verästelt, ca. 14 an der Zahl.

Digitized by Google

Das Flimmerorgan hufeisenförmig, ungefähr so lang wie breit. Die Öffnung zwischen den mit den Spitzen gegen einander gekrümmten Hörnern schaut nach links und ein wenig nach vorn.

Der Nervenknoten gestreckt, liegt hart hinter dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack hat 6 stark gekrümmte Falten an jeder Seite. 4—6 Längsrippen an der freien Fläche der Falten. Die Spirakel ziemlich kurz, breit und nur wenig gekrümmt. Infundibula flach. An den Rändern der Spirakel sitzen sehr charakteristische keulenförmige Fortsätze (cf. Molgula occidentalis, TRAUSTEDT, No. 3, p. 113, Tab. VI, Fig. 14).

Die Dorsalleiste lang, hoch, besonders nach hinten zu; der Rand glatt, ungezähnelt.

Der Darmcanal bildet eine sehr charakteristische lange Schlinge an der linken Seite; die vordere Krümmung stark nach oben und hinten gebogen. Der Magen ziemlich klein, mit recht wohl entwickelter Leber versehen. Der Darm ziemlich eng. Der Anus mit dem unteren Rande angewachsen; der Rand selbst glatt, ungezähnelt.

Die Genitalorgane an beiden Seiten entwickelt; die links gelegenen oberhalb der Darmschlinge; die Form derselben ist langgestreckt.

Fundort: Mittelmeer: Golf von Neapel.

Molgula appendiculata Heller.

Taf. 34, Fig. 24—26.

Molgula appendiculata, HELLER, No. 3, p. 29, Taf. VII, Fig. 1—7.

Ctenicella appendiculata, DE LACAZE-DUTHIERS, No. 3, p. 633, Pl. 25—26.

Der Körper ungefähr so hoch wie lang, etwas zusammengedrückt, mit dem größten Theile der linken Seite angewachsen. Länge 26 mm; Höhe 24 mm; Mund- bis Kloakenöffnung 9 mm.

Der Mantel ziemlich dünn, hautartig, völlig mit Sand und kleinen Steinen incrustirt.

Die Farbe des Mantels graulich; die Öffnungen sind mit rothen Flecken versehen.

Die Musculatur des Körpers zwar dünn, aber verhältnismäßig recht stark.

Die Mundöffnung sitzt weit nach vorn; die Kloakenöffnung ungefähr in der Mitte des Rückens; beide Öffnungen an mittellangen, nicht ganz retractilen, divergirenden Siphonen. Die Lappen der Mundöffnung drei-, die der Kloakenöffnung fünfzipfelig.

Die Tentakel ca. 16 an der Zahl, ziemlich lang, doppelt federartig verästelt. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan S-förmig, doppelt so breit wie lang; das rechte Horn auswärts, das linke einwärts gekrümmt.

Der längliche Nervenknoten liegt ungefähr gerade oberhalb des Flimmerorganes.

Der Kiemensack mit 7 Falten an jeder Seite. Gewöhnlich 4 Längsrippen an der freien Fläche der Falten. Die Spirakel ziemlich lang und fast parallel mit der Längsachse des Kiemensackes. Zwei flache Infundibula in jedem Felde.

Die Dorsalleiste ist am Rande mit einer Reihe kurzer Papillen besetzt.

Der Darmcanal läuft weit nach vorn an der linken Seite. Anus frei, mit glattem, ungezähnelten, ein wenig verdickten Rande.

Die Genitalorgane wie gewöhnlich an jeder Seite entwickelt, die links gelegenen

Digitized by Google

oberhalb der Darmschlinge; die Form derselben ist rundlich (cf. DE LACAZE-DUTHIERS, No. 3, Pl. XXVI, Fig. 2).

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. Golf von Lion. — Adriat. Meer: Triest und Lesina.

Molgula occulta Kupffer.

Taf. 34, Fig. 27—29; Taf. 35, Fig. 17.

Molgula occulta, KUPFFER, p. 224. — HELLER, No. 3, p. 267, Taf. VI, Fig. 14—15.

Steht ganz nahe der Molgula (Anurella) Roscovita, DE LACAZE-DUTHIERS, No. 2, p. 127, etc., Pl. III—V, X—XI, XIX—XXVII und No. 3, p. 499.

Molgula psammodes, TRAUSTEDT, No. 1, p. 425.

Der Körper länglich rund, frei im Sande. Länge ca. 25 mm; Höhe ca. 20 mm; Mund- bis Kloakenöffnung 8 mm.

Der Mantel dünn, weich, zähe, völlig mit Sand und Schutt bedeckt; es findet sich keine nackte Stelle zwischen den Öffnungen.

Die Farbe kenne ich nicht, da ich das Thier nie lebend gesehen habe.

Die Musculatur des Körpers, was die Siphonen anlangt, recht kräftig, sonst sehr schwach, auf kurze, zerstreute Fasern reducirt. Zwischen den Öffnungen findet sich eine eigenthümlich entwickelte Musculatur, die sehr an die Verhältnisse bei *Molgula oculata*[1] erinnert.

Die Mundöffnung sitzt weit nach vorn; die Kloakenöffnung ungefähr in der Mitte des Rückens; beide Öffnungen an kurzen, völlig retractilen Siphonen.

Die Tentakel ca. 18 an der Zahl, kurz; die längeren federartig, die kürzeren fingerförmig verästelt. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan hufeisenförmig, länger als breit; die Öffnung zwischen den einwärts gekrümmten Hörnern ist gerade nach rechts gekehrt.

Der Nervenknoten gestreckt, liegt ein wenig hinten und links vom Flimmerorgane.

Der Kiemensack mit 7 Falten an jeder Seite. 4 Längsrippen an der freien Fläche der Falten. Die Spirakel sehr lang und verhältnismäßig schmal. Infundibula ziemlich tief, gewöhnlich 2 in jedem Felde.

Die Dorsalleiste vorn niedrig, wird nach hinten allmählich höher und ist hier mit wenigen, großen Einschnitten am Rande versehen.

Der Darmcanal bildet eine mittellange, einfache Schlinge an der linken Seite. Der Magen ziemlich klein. Der Darm recht geräumig; die obere Krümmung ist beinahe gerade nach vorn gerichtet. Der Anus angewachsen, ungezähnelt; der freie Theil des Randes umgeschlagen.

Die Genitalorgane wie gewöhnlich an beiden Seiten entwickelt, die links gelegenen oberhalb der Darmschlinge.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. Adriat. Meer: Lesina. An den Küsten von Norwegen und Dänemark.

Anm. Durch die Güte und Bereitwilligkeit des Herrn Professor K. MÖBIUS in Kiel ist es mir möglich gewesen, die Originalexemplare des Herrn Professor KUPFFER zu sehen und direct mit den dänischen und italienischen Exemplaren zu vergleichen.

[1] DE LACAZE-DUTHIERS, No. 3, Pl. XV, Fig. 12—13.

Digitized by Google

3. Fam. Cynthiadae.

Mund- und Kloakenöffnung mit 4 oder weniger Lappen. Tentakel verästelt oder einfach. Kiemensack mit oder ohne Falten[1].

A. Tentakel verästelt:
   1. Dorsalleiste am Rande gezähnelt . . . . . Cynthia Savigny p. p.
   2. Dorsalleiste mit glattem, ungezähnelten Rande . Microcosmus Heller.

B. Tentakel einfach:
   1. Genitalorgane — jedenfalls die Ovarien — röhrenförmig. Styela Savigny.
   2. Genitalorgane von sehr vielen kleineren, wurst- oder kugelförmigen Schläuchen gebildet . . . . . Polycarpa Heller.

Cynthia Savigny, p. p.

Die Tentakel verästelt. Der Kiemensack mit Falten. Die Dorsalleiste entweder nur mit gezähneltem Rande oder in eine Reihe langer zungenförmiger Fortsätze aufgelöst. Der vordere Theil des Darmes bildet eine an der linken Seite weit offene Schlinge. Genitalorgane beiderseits vorhanden, das links gelegene in der Darmschlinge.

A. Der Kiemensack jederseits mit 6 Falten . . . . . C. dura Heller.
B. Der Kiemensack jederseits mit 7 Falten . . . . . C. scutellata Heller.
C. Der Kiemensack jederseits mit 8—9 Falten . . . . . C. papillosa (L.).

Cynthia dura Heller.

Taf. 36, Fig. 4; Taf. 37, Fig. 3.

Cynthia dura, Heller, No. 3, p. 251, Taf. III, Fig. 1—5.

? Cynthia squamulosa, Alder, No. 2, p. 161. — Heller, No. 3, p. 253, Taf. III, Fig. 6.

Der Körper gestreckt, ungefähr so dick wie hoch, mit einem größeren oder kleineren Theil der Basis angewachsen. Länge 54 mm; Höhe ca. 32 mm; Mund- bis Kloakenöffnung ca. 22 mm.

Der Mantel außerordentlich dick, zähe und hart, etwas dünner rings um die Öffnungen, die in einem großen, länglichen, zum Theil von mehr oder weniger prominirenden Wällen begrenzten Felde liegen. Die Oberfläche mit kleinen, dicken, hornartigen, unregelmäßigen, schuppenförmigen Vorsprüngen bedeckt. An großen Individuen ist der Mantel oft mit fremden Körperchen überwachsen.

Die Farbe des Mantels bräunlich roth, an der Innenseite silberweiß. Der Innenkörper stark roth, besonders rings um die Öffnungen.

Die Musculatur des Körpers kräftig, gleichmäßig an beiden Seiten entwickelt; besonders ist die Musculatur der Siphonen sehr stark.

Die Mundöffnung weit nach vorn, die Kloakenöffnung sitzt etwas hinter der Mitte des Rückens, beide an mittellangen, recht geräumigen, nicht ganz retractilen Siphonen.

Die Tentakel ca. 14 an der Zahl, ziemlich lang, doppelt gefiedert; die Zweige erster Ordnung lang, zweiter Ordnung kurz. Zona praebranchialis glatt.

---

[1] So viel ich weiß, fehlen die Falten im Kiemensacke nur bei *Pelonaia*; diese Form ist aber noch nicht aus dem Mittelmeere bekannt.

Digitized by Google

Das Flimmerorgan hufeisenförmig, ungefähr doppelt so lang wie breit; die Öffnung zwischen den bald einwärts, bald auswärts gekrümmten Hörnern nach vorn, bisweilen ein wenig rechts gekehrt.

Der Nervenknoten nicht sehr groß, liegt dicht hinter dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack mit 6 langen, schwach gekrümmten Falten an jeder Seite; 10—14 Längsrippen an jeder Falte; die Felder ziemlich klein; die Spirakel kurz und breit, ungefähr doppelt so lang wie breit.

Die Dorsalleiste lang, wie gewöhnlich in eine Reihe Papillen aufgelöst.

Der Darmcanal bildet eine sehr lange, offene Schlinge nach vorn an der linken Seite. Der Magen klein; der Darm geräumig; der Mastdarm an der Wand des Kloakenraumes (nicht am Kiemensack) festgewachsen. Der Anus mit glattem, ungezähnelten Rande.

Die Genitalorgane wie gewöhnlich an beiden Seiten entwickelt.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. Adriat. Meer: Triest und Lesina.

Cynthia scutellata Heller.

Taf. 36, Fig. 2, 3; Taf. 37, Fig. 2.

Cynthia scutellata, Heller, No. 3, p. 250, Taf. II, Fig. 10—12.

Der Körper ziemlich klein, in der Regel länglich, oft von unregelmäßiger Form, mit der Basis oder einem Theil der linken Seite angewachsen. Höhe 14 mm; Länge 11 mm; Mund- bis Kloakenöffnung 8 mm.

Der Mantel dünn, zähe, lederartig; die Oberfläche ist ungefähr von demselben Aussehen wie die der *Cynthia dura*, nur scheinen die Schuppen mehr zerstreut zu liegen.

Die Farbe des Mantels weißlich oder graulich gelbbraun; die Öffnungen roth; der Innenkörper mehr oder weniger roth pigmentirt.

Die Musculatur des Körpers ziemlich dünn, aber recht kräftig und gleichmäßig auf beide Seiten vertheilt.

Die Mundöffnung sitzt weit nach vorn; die Kloakenöffnung etwas hinter der Mitte des Rückens, beide ungefähr in der Mittellinie an längeren oder kürzeren Siphonen; der Mundsipho nicht, der Kloakensipho gewöhnlich ganz retractil.

Die Tentakel doppelt federartig verästelt, ziemlich kurz, ca. 30 an der Zahl, von 4 verschiedenen Größen; die kleinsten knotenförmig. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan groß, so lang wie breit, hufeisenförmig, die Öffnung zwischen den beiden spiralförmig eingerollten Hörnern eng, nach vorn und ein wenig nach links gekehrt.

Der Nervenknoten mittelgroß, gestreckt, liegt etwas hinter dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack mit 7 ziemlich seichten, schwach gekrümmten Falten an jeder Seite; 7—8 dünne Längsrippen an jeder Falte; die Querrippen nicht sehr breit, von ca. 3 verschiedenen Größen; die großen Felder ungefähr doppelt so breit wie lang, jedes mit 6—8 Spirakeln.

Die Dorsalleiste lang, seicht, mit langen, sichelförmig gekrümmten Zipfeln am Rande.

Der Darmcanal bildet ein offenes S an der linken Seite; der Magen mittelgroß; der Darm nicht sehr geräumig; der Mastdarm gegen die Spitze hin verengt, an die Wand des Peribranchialraumes angewachsen; der Anus mit kurzen, aber deutlichen Lappen am Rande.

Digitized by Google

Die Genitalorgane beiderseits vorhanden, das links gelegene in der Darmschlinge.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. Adriat. Meer.

Cynthia papillosa (L.).

Taf. 36, Fig. 1; Taf. 37, Fig. 1.

Ascidia papillosa, LINNÉ, p. 3123. — CUVIER, Pl. II, Fig. 1—3. — DELLE CHIAJE, No. 1, p. 187 und 198, Tav. 46, Fig. 1, 8 und 14, Tav. 47, Fig. 22—23.

Ascidia pyriformis, O. F. MÜLLER, No. 3, IV, p. 41, Tab. 156. — M. SARS, No. 1, p. 156 und No. 2, p. 65. — etc.

Cynthia papillata, SAVIGNY, p. 148, Pl. VI, Fig. 4.

Cynthia papillosa, DELLE CHIAJE, No. 2, p. 17, Tab. 79, Fig. 22, Tab. 81, Fig. 1 und 13. — PHILIPPI, p. 51. — HELLER, No. 3, p. 249, Taf. II. — TRAUSTEDT, No. 1, p. 407.

Der Körper cylinder- bis birnförmig, mit der Basis angewachsen; bisweilen ist das Thier gegen die Basis stielförmig verengt. Höhe ca. 75 mm; Länge ca. 25 mm; Mund- bis Kloakenöffnung ca. 36 mm.

Der Mantel dünn, zähe, lederartig; die Oberfläche sehr charakteristisch, ganz mit kurzen, spitzen Höckern besetzt, nicht gerunzelt.

Die Farbe des Mantels ist schön roth; auch die Öffnungen und der Innenkörper sind roth pigmentirt.

Die Musculatur des Körpers ziemlich dünn, aber kräftig und beiderseits gleichmäßig entwickelt.

Die Mundöffnung terminal; die Kloakenöffnung etwas niedriger; beide in der Mittellinie an ziemlich kurzen, retractilen, divergirenden Siphonen. Die Ränder der Öffnungen mit langen haarförmigen Fortsätzen besetzt.

Die Tentakel verästelt, 20—30 an der Zahl, abwechselnd länger und kürzer. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan groß, hufeisenförmig, in der Regel breiter als lang, mit tief eingerollten Hörnern; die Öffnung zwischen denselben ist gerade nach vorn gekehrt.

Der Nervenknoten liegt wie gewöhnlich dicht hinter dem Flimmerorgan.

Der Kiemensack mit 8—9 Falten an jeder Seite; die unterste Falte ist nicht immer vorhanden und verliert sich jedenfalls nach hinten gegen den Schlund; die Falten werden von unten nach der Dorsalleiste hin allmählich höher. Die Längsrippen ziemlich dünn; die Querrippen von etwa 4 Größen; die großen Felder des Kiemengitters ungefähr 6mal so breit wie lang, jedes mit 14—16 großen, kurzen Spirakeln.

Die Dorsalleiste ziemlich lang, in eine Reihe langer Papillen aufgelöst.

Der Darmcanal liegt niedrig und bildet eine kurze, offene Schlinge. Der Schlund ist ziemlich weit nach oben gerückt; der Ösophagus lang, gekrümmt; der Magen kurz, kugelig, mit großem Leberlappen versehen; der Darm ziemlich eng; der Anus zweilippig, am Rande gezähnelt.

Die Genitalorgane schlingenartig gekrümmt, eins an jeder Seite, das linke in der Darmschlinge.

Fundort: Mittelmeer. (Auch in den nordischen Meeren verbreitet, cf. TRAUSTEDT, No. 1, p. 409.)

Digitized by Google

Microcosmus Heller.

Die Tentakel verästelt. Der Kiemensack mit Falten. Die Dorsalleiste mit glattem, ungezähnelten Rande. Der vordere Theil des Darmes bildet eine an der linken Seite geschlossene Schlinge. Genitalorgane beiderseits vorhanden, das links gelegene zum Theil oberhalb der Darmschlinge.

A. Der Kiemensack mit 7 Falten an jeder Seite:
   *) Die Siphonen sehr lang, nicht völlig retractil . . M. vulgaris Heller.
   **) Die Siphonen kurz, völlig retractil . . . . M. polymorphus Heller.
B. Der Kiemensack mit 8—10 Falten an jeder Seite, oft asymmetrisch vertheilt. . . . . M. claudicans (Sav.).

Microcosmus vulgaris Heller.

Taf. 36, Fig. 5—7; Taf. 37, Fig. 4.

Microcosmus vulgaris, Heller, No. 3, p. 244, Taf. I, Fig. 1—8.

Der Körper groß, oblong, länger als hoch; mit einem größeren oder kleineren Theil der Basis angewachsen; der Rücken ziemlich scharf. Höhe ca. 55 mm; Länge ca. 80 mm.

Der Mantel dick, zähe, lederartig; die Oberfläche mit großen Runzeln versehen, oft fast ganz mit fremden Gegenständen bedeckt.

Die Farbe des Mantels rothbraun oder graubraun; die Öffnungen roth, bald blasser, bald dunkler, mit 4 weißlichen Längsstreifen entlang den Rändern der Siphonen; der Innenkörper ist oben schön gelbroth, welche Farbe unten in ein reines Gelb übergeht; auch der Kiemensack und die Tentakel sind mit starkem gelben Pigment versehen; die Leberlappen rothbraun oder graulich braun.

Die Muskulatur des Körpers kräftig und gleichmäßig auf beide Seiten vertheilt.

Die Mundöffnung weit nach vorn, die Kloakenöffnung weit nach hinten gerückt, beide in der Mittellinie an sehr langen, recht geräumigen, nicht ganz retractilen Siphonen; der Mundsipho ist besonders sehr lang.

Die Tentakel verästelt, 20—30 an der Zahl, darunter ca. 12 lange; die übrigen sind kurz; doppelt gefiedert; die Zweige erster und zweiter Ordnung kurz. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan groß, beinahe doppelt so lang wie breit; die Öffnung zwischen den zwei einwärts (seltener auswärts) gerollten Hörnern ist nach vorn gekehrt.

Der Nervenknoten ziemlich klein, liegt dicht hinter dem Flimmerorgan.

Der Kiemensack mit 7 langen, schwach gekrümmten, nicht sehr prominirenden Falten an jeder Seite; 12—14 ziemlich dünne Längsrippen; die Querrippen von mehreren verschiedenen Größen, bisweilen sehr groß; die Felder verhältnismäßig klein; die Spirakel beinahe nur doppelt so lang wie breit, ca. 10 in jedem großen Felde.

Die Dorsalleiste lang, mit glattem, ungezähnelten Rande.

Der Darmcanal bildet eine weit offene Schlinge nach vorn an der linken Seite; der Magen ziemlich klein, der Darm nicht sehr geräumig; der Anus mit dem unteren Rande dem Kiemensacke angewachsen; jederseits findet sich ein Einschnitt; die freie Lippe mit wenigen, großen Lappen; der Rand verdickt.

Die Genitalorgane beiderseits entwickelt, das linke zum Theil in der Darmschlinge.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. Adriat. Meer.

Digitized by Google

Microcosmus polymorphus Heller.

Taf. 36, Fig. 8—10; Taf. 37, Fig. 5—6.

?Cynthia scrotum, DELLE CHIAJE, No. 2, p. 17, Tab. 83, Fig. 3.

Microcosmus polymorphus, HELLER, No. 3, p. 246, Taf. I, Fig. 9—11, Taf. II, Fig. 1—4.

Der Körper länglich, von einer mehr oder weniger unregelmäßigen Form, zwischen den Öffnungen etwas zusammengedrückt, mit einem Theil der linken Seite angewachsen. Höhe 38 mm; Länge 42 mm; Mund- bis Kloakenöffnung ca. 34 mm.

Der Mantel von sehr verschiedener Dicke, ziemlich weich, lederartig; die Oberfläche stark gerunzelt, hie und da mit buschigen Auswüchsen versehen, bisweilen ganz und gar mit fremden Gegenständen wie Sand, kleinen Steinen oder Pflanzentheilen bedeckt.

Die Farbe des Mantels leberbraun, an den glatteren Theilen etwas heller, weißlich grau. Die Öffnungen dunkel fleischfarbig, auswendig matter, sammetartig, inwendig glänzend. Die Mundöffnung oft mit 8 weißlichen Flecken, die zu zwei und zwei zusammensitzen; diese Flecken fangen am Rande an und verlieren sich bald nach unten an der inneren Fläche. An der Kloakenöffnung habe ich sie niemals gesehen. Der Innenkörper verhält sich in Farbe ungefähr wie der von *Microcosmus vulgaris*.

Die Musculatur des Körpers außerordentlich kräftig und gleichmäßig auf beide Seiten vertheilt.

Die Mundöffnung ganz vorn, die Kloakenöffnung weit hinter der Mitte des Rückens, an kurzen, ziemlich geräumigen, völlig retractilen Siphonen; der Mundsipho ist gewöhnlich nach oben, der Kloakensipho nach hinten gerichtet.

Die Tentakel doppelt federförmig verästelt, lang, ca. 16 an der Zahl; gewöhnlich wechseln längere und kürzere mit einander. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan hufeisenförmig, ungefähr so lang wie breit; die Öffnung zwischen den zwei tief eingerollten Hörnern ist nach vorn, oft ganz leicht nach links gekehrt.

Der Nervenknoten ziemlich klein, liegt ein wenig hinter dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack mit 7 großen, flach angedrückten, schwach gekrümmten Falten an jeder Seite; ungefähr 8 Längsrippen an jeder Falte; die Querrippen von ca. 3 verschiedenen Größen; die großen Felder gewöhnlich 5mal so breit wie lang und mit 16—20 Spirakeln versehen.

Die Dorsalleiste mit glattem, ungezähnelten Rande.

Der Darmcanal bildet eine lange, enge Schlinge vorwärts an der linken Seite; der Magen nicht groß, der Darm eng; Mastdarm der Rückenseite des Kiemensackes angewachsen; Anus mit freiem, gezähnelten Rande.

Die Genitalorgane beiderseits vorhanden, das links gelegene oberhalb der Darmschlinge.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. Adriat. Meer.

Microcosmus claudicans (Savigny).

Taf. 36, Fig. 11; Taf. 37, Fig. 7.

Cynthia claudicans, SAVIGNY, p. 150, Pl. II, Fig. 1. — KUPFFER, p. 216.

Digitized by Google

Microcosmus claudicans, HELLER, No. 3, p. 248, Taf. II, Fig. 7—8.

Der Körper in der Regel oblong, länger als hoch, entweder nur mit der Basis oder auch zum Theil mit der einen Seite angewachsen. Höhe ca. 15 mm; Länge ca. 23 mm; Mund- bis Kloakenöffnung ca. 20 mm.

Der Mantel nicht sehr dick, in der Regel völlig mit Sand, kleinen Steinen oder anderen Gegenständen bedeckt.

Die Farbe des Mantels rothbraun; der Mundsipho mit 4 weißen Längsstreifen, jeder Streifen von einer sehr feinen, aber scharfen, dunkelrothen Linie eingefasst; diese dunkelrothe Farbe verliert sich allmählich in blass ockergelb, so dass die weiße Farbe den Winkeln, die ockergelbe den Lappen entspricht; der Kloakensipho ist in Farbe dem Mundsipho mehr oder weniger ähnlich, sehr oft aber blasser, und die dunkelrothe Farbe ist dominirend.

Die Musculatur des Körpers kräftig, wie gewöhnlich gleichmäßig an beiden Seiten entwickelt.

Die Öffnungen sitzen weit von einander entfernt, die Mundöffnung ganz vorn, die Kloakenöffnung ganz hinten an der Rückenseite, beide in der Mittellinie an ziemlich langen und geräumigen, divergirenden, völlig retractilen Siphonen. Letztere sind besonders gegen die Spitze mit ganz feinen, haarartigen Fortsätzen bedeckt.

Die Tentakel verästelt, 14—18 an der Zahl. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan etwas länger als breit, hufeisenförmig mit einwärts gerollten Hörnern; die Öffnung zwischen denselben ist gerade nach vorn gekehrt.

Der Nervenknoten klein, liegt wie gewöhnlich dicht hinter dem Flimmerorgan.

Der Kiemensack mit 8—9 Falten an der einen und 9—10 Falten an der anderen Seite, bisweilen sind die Falten aber symmetrisch vertheilt. Die Falten sind nur wenig gekrümmt, groß und springen weit in die Kiemenhöhle vor; die Längsrippen kräftig; die Querrippen von ca. 3 verschiedenen Größen; die großen Felder doppelt so breit wie lang, jedes mit 7—9 langen, schmalen Spirakeln.

Die Dorsalleiste ziemlich kurz mit glattem, ungezähnelten Rande.

Der Darmcanal bildet eine kurze Schlinge an der linken Seite; der Magen klein, der Darm eng; der Mastdarm der Oberseite des Kiemensackes angewachsen; der Anus glatt, ungezähnelt.

Genitalorgane: beiderseits findet sich ein großes, lappiges Organ.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. Adriat. Meer. — Auch an den französ. Küsten und im südlichen Theil der Nordsee.

Styela (Savigny).

Die Tentakel einfach. Der Kiemensack mit 4 Falten an jeder Seite. Die Dorsalleiste der hier beschriebenen Arten mit glattem, ungezähnelten Rande. Genitalorgane beiderseits entwickelt und — wenigstens die Ovarien — röhrenförmig.

A. Magen gerade, nicht rechtwinklig geknickt:

*) Die Falten des Kiemensackes convergiren gegen den Schlund.
St. plicata (Les.).

**) Die Falten des Kiemensackes convergiren gegen die Basis des Kiemensackes hinter dem Schlunde.

1) Die obere (oder vordere) Krümmung des Darmes liegt tief unter dem Anus, dessen Rand etwa 6-lappig ist. St. canopoides Heller.

2) Die obere (oder vordere) Krümmung des Darmes liegt in gleicher Höhe mit dem Anus, dessen Rand etwa 14-lappig ist . . . . . St. aggregata (O. F. M.).

B. Magen außerordentlich lang, rechtwinklig geknickt . . . St. rustica (L.).

Digitized by Google

Styela plicata (Les.).

Taf. 36, Fig. 12.

Ascidia plicata, Lesueur, p. 5, Pl. III, Fig. b.

Ascidia Cuviera, delle Chiaje, No. 2, p. 15, Tab. 83, Fig. 4.

Ascidia phusca, delle Chiaje, No. 2, Tab. 83, Fig. 1 und 9 (non Ascidia phusca Cuvier).

Cynthia verrucosa, Philippi, p. 51—52.

Styela gyrosa, Heller, No. 3, p. 255, Taf. III, Fig. 7—12 und Taf. IV, Fig. 1—8. — Herdman, No. 3, p. 67.

Styela plicata, Traustedt, No. 3, p. 123, Tab. V, Fig. 6 und Tab. VI, Fig. 16.

Der Körper mehr oder weniger kugelförmig, meist höher als lang, mit einem größeren oder kleineren Stücke der (besonders an den jungen Individuen) gestielten Basis angewachsen. Die linke Seite stark gewölbt, die rechte Seite fast flach. Höhe ca. 70 mm; Länge ca. 45 mm.

Der Mantel sehr dick, zähe, lederartig, weißlich, völlig undurchsichtig; die Oberfläche mit großen, stark prominirenden Wülsten versehen; die Wülste sind durch tiefe, oben rings um die Öffnungen recht regelmäßig gestellte Furchen von einander getrennt.

Die Farbe des Mantels ist weißlich oder gelblich weiß mit schwachem, röthlichen Schimmer; die Öffnungen etwas heller mit einer rothen Linie rings um den Rand und feinen schwarzen Längsstreifen den Siphonen entlang.

Die Musculatur des Körpers ziemlich kräftig und gleichmäßig auf beide Seiten vertheilt.

Die Mund- und Kloakenöffnung ziemlich nahe beisammen, an verhältnismäßig kurzen, aber sehr geräumigen und völlig retractilen Siphonen. Die Mundöffnung terminal, die Kloakenöffnung etwas niedriger.

Die Tentakel einfach, 25—30 an der Zahl, von mehreren verschiedenen Längen.

Das Flimmerorgan hufeisenförmig; die Öffnung zwischen den beiden spiralförmig einwärts gerollten Hörnern ist gerade nach vorn gekehrt.

Der Nervenknoten ziemlich groß, liegt ganz nahe an dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack mit 4 gekrümmten Falten an jeder Seite; die unterste, schwach entwickelt, hört vor dem Schlunde auf; ca. 6 Spirakel in jedem der größeren Felder.

Die Dorsalleiste mit ungezähneltem, glatten Rande.

Der Darmcanal lang und stark gekrümmt; der Schlund liegt hoch am Rücken emporgerückt; der Ösophagus lang und dünn; der Magen groß, gestreckt und sehr geräumig. Der Mastdarm krümmt sich an der Spitze nach hinten und außen gegen die linke Seite hin. Der Anus mit stumpfen Zähnen am Rande.

Genitalorgane: ein verzweigtes Organ an jeder Seite.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. Adriat. Meer: Triest. Diese Art scheint sehr weit verbreitet zu sein; sie ist an den westindischen, brasilianischen und australischen Küsten, im großen und indischen Ocean gefunden.

Styela canopoides Heller.

Taf. 36, Fig. 13—16; Taf. 37, Fig. 8 u. 11.

Cynthia rustica, Philippi, p. 51 (non Linné, non delle Chiaje).

Digitized by Google

Styela canopoides, HELLER, No. 3, p. 254, Taf. VI, Fig. 1—3.

Der Körper in der Regel doppelt so hoch wie lang, cylinderförmig, gewöhnlich nur mit der Basis oder auch zum Theil mit der einen Seite (ungefähr eben so häufig der rechten wie der linken) an Steine oder andere Ascidien (z. B. *P. mentula*) angewachsen. Höhe ca. 30 mm; Länge ca. 16 mm; Mund- bis Kloakenöffnung ca. 15 mm.

Der Mantel ziemlich dünn, zähe, lederartig, undurchsichtig; die Oberfläche ein wenig gerunzelt oder knotig, oft mit Sand incrustirt.

Die Farbe des Mantels graulich braun; die Farbe der Öffnungen ist sehr charakteristisch und stimmt ganz mit der Beschreibung PHILIPPI's von seiner Cynthia rustica überein: »im Leben sind jedoch die Öffnungen nicht roth, wie MÜLLER und DELLE CHIAJE[1] angeben, sondern zeigen ein hellblaues Kreuz; die blauen Streifen mit scharlachroth eingefasst und das Kreuz dazwischen orangegelb«. Natürlich können die Farben hier wie bei den meisten Ascidien etwas variiren, z. B. war die von PHILIPPI als orangegelb bezeichnete Farbe an den von mir beobachteten Exemplaren aus dem Golfe von Neapel ockergelb. Der Innenkörper ist besonders in der oberen Hälfte blass ziegelfarbig, wird aber nach unten gegen die Basis hin allmählich hell citrongelb. Die Ovarien sind dunkelroth mit schwach violettem Schimmer; die Testikel blass ockergelb.

Die Musculatur des Körpers ziemlich kräftig und gleichmäßig auf beide Seiten vertheilt, nicht dicker als die Genitalorgane. Der Darmcanal schimmert ganz deutlich hindurch.

Die Mundöffnung terminal; die Kloakenöffnung sitzt niedriger und ist nach hinten gerichtet, beide in der Mittellinie an kurzen, viereckigen, völlig retractilen Siphonen. Einmal habe ich ein Exemplar mit zwei in der Mittellinie sitzenden Mundöffnungen gesehen.

Die Tentakel einfach, kurz, ca. 30 an der Zahl, von mehreren verschiedenen Längen. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan mittelgroß, hufeisenförmig; die Öffnung zwischen den beiden einwärts gekrümmten Hörnern ist links, ein wenig nach vorn gekehrt.

Der Nervenknoten groß, liegt hart hinter dem Flimmerorgan.

Der Kiemensack mit 4 langen, nur schwach gekrümmten, seichten, nicht gegen den Schlund, sondern gegen die Basis des Kiemensackes hinter dem Schlunde convergirenden Falten an jeder Seite. Das Kiemengitter recht regelmäßig und ziemlich schmächtig; ungefähr 7 Längsrippen an der untersten, ca. 14 an der obersten Falte; die Felder in den Zwischenräumen in der Regel quadratisch, mit 4 Spirakeln versehen; gegen die Bauchfurche hin sind die Felder etwas breiter als lang, und hier finden sich 5—6 Spirakel in jedem Felde.

Die Dorsalleiste lang, ungerippt, ungezähnelt.

Der Darmcanal erinnert in seinen Lagerungsverhältnissen sehr viel an den einer *Phallusia*. Der Ösophagus kurz trichterförmig; der Magen sehr groß, länglich; der Darm ziemlich geräumig; der Mastdarm senkrecht, krümmt sich oben etwas gegen die rechte Seite hinüber und verengt sich in der Nähe des Anus ziemlich stark. Der Anus trichterförmig, mit wenigen, aber großen Lappen versehen, etwas nach vorn gekehrt.

---

[1] *Cynthia rustica*, DELLE CHIAJE, No. 1, p. 187, 198, Tab. 45, Fig. 25 ist wahrscheinlich = *Molgula impura* Heller. — HELLER sagt in Betreff seiner *Styela canopoides* nur: »die Farbe des Mündungsrandes roth«.

Digitized by Google

Genitalorgane: zwei Organe an jeder Seite, die links gelegenen oberhalb und außerhalb des Darmcanals.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. — Adriat. Meer: Lesina.

Styela aggregata (O. F. M.).

Taf. 36, Fig. 17; Taf. 37, Fig. 9 u. 12.

Ascidia aggregata, O. F. Müller, No. 3, IV, p. 11, Tab. 130. Fig. 2.

Cynthia rustica, Kupffer, p. 219.

Non Cynthia aggregata, Kupffer, p. 218.

Styela aggregata, Traustedt, No. 1, p. 410, p. p.

Der Körper von verschiedener Form, gewöhnlich länglich eiförmig, bisweilen mehr oder weniger cylinderförmig in die Höhe gezogen, gedehnt, mit breiter Basis angewachsen. Höhe 15—20 mm; Länge 25—30 mm; Mund- bis Kloakenöffnung ca. 5 mm.

Der Mantel bisweilen sehr dick, besonders gegen die Basis hin; die Oberfläche mehr oder weniger gerunzelt und oft mit fremden Gegenständen bedeckt.

Die Farbe kenne ich nicht.

Die Musculatur des Körpers ziemlich kräftig und gleichmäßig auf beide Seiten vertheilt.

Die Öffnungen sitzen an einander stark genäherten, weit nach vorn gerückten, längeren oder kürzeren, nicht immer ganz retractilen Siphonen.

Die Tentakel einfach, ziemlich lang, ca. 30 an der Zahl, von verschiedenen Größen. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan hufeisenförmig, nicht sehr groß; die Öffnung zwischen den zwei einfachen, nicht spiralförmig eingerollten Hörnern ist gewöhnlich nach vorn gekehrt.

Der Nervenknoten klein, liegt ganz nahe an dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack mit 4 seichten, schwach gekrümmten, nicht gegen den Schlund, sondern die Basis des Kiemensackes hinter dem Schlunde convergirenden Falten. 14—18 Längsrippen; die Querrippen von mehreren verschiedenen Größen; die Felder gewöhnlich etwas länger als breit; 4—6 Spirakel in jedem Felde.

Die Dorsalleiste lang, ziemlich hoch, mit glattem, ungezähnelten Rande.

Der Darmcanal bildet eine starke, aber enge Schlinge nach vorn an der linken Seite; der Schlund ein wenig an der Rückenseite des Kiemensackes emporgerückt; der Ösophagus kurz, trichterförmig; der Magen groß, ungefähr doppelt so lang wie hoch und stark gegen den geräumigen Darm abgesetzt; der Mastdarm an der Spitze verengt und etwas geknickt; der Anus frei, mit gelapptem Rande.

Die Genitalorgane sind wie gewöhnlich beiderseits entwickelt.

Fundorte: An den Küsten von Norddeutschland und Dänemark. (Noch nicht im Mittelmeere gefunden.)

Anm. Diese Art steht der *Styela canopoides* Heller ganz nahe; beide haben gar nichts mit der *Styela rustica* zu thun.

Styela rustica (L.).

Taf. 36, Fig. 18—19.

Ascidia rustica, Linné, p. 3123. — O. F. Müller, No. 1, p. 224 und No. 3, I, p. 14, Tab. XV. — Fabricius, p. 330. — Non delle Chiaje, No. 1, p. 187.

Cynthia rustica, Alder, No. 1, p. 197. — Forbes & Hanley, p. 39. — M. Sars, No. 2, p. 64. — Lütken, p. 206. — Non Philippi, p. 51. — Non Kupffer, p. 219.

Styela aggregata, Kupffer, p. 218.

Digitized by Google

Non Styela canopoides, HELLER, No. 3, p. 14, Taf. VI, Fig. 1—3.
Styela rustica, TRAUSTEDT, No. 1, p. 412, p. p.

Der Körper hoch, cylindrisch oder bisweilen kegelförmig, in der Regel mit der Basis angewachsen. Höhe 50—60 mm; Länge 30 mm; Mund- bis Kloakenöffnung ca. 14 mm.

Der Mantel nicht sehr dick, weich, zähe, lederartig; die Oberfläche gerunzelt oder bisweilen auch mit kleinen, zerstreuten Warzen versehen. An vielen Individuen findet sich zwischen den Öffnungen ein großer Dorn.

Die Farbe kenne ich nicht genau.

Die Musculatur des Körpers sehr kräftig und gleichmäßig auf beiden Seiten entwickelt.

Die Öffnungen sitzen nahe an einander an dem höchsten Theil des Körpers; die Siphonen sind kurz und völlig retractil.

Die Tentakel einfach, ziemlich lang, mindestens 30 an der Zahl, von mehreren verschiedenen Größen. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan mittelgroß, hufeisenförmig; die Öffnung zwischen den zwei etwas eingerollten Hörnern ist nach vorn oder oft seitwärts gekehrt.

Der Nervenknoten klein, liegt nahe an dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack mit 4 seichten, schwach gekrümmten, nicht gegen den Schlund, sondern die Basis des Kiemensackes hinter dem Schlunde convergirenden Falten. Die Längsrippen ziemlich kräftig, ca. 20 (oder mehr) an jeder Falte; die Querrippen von 3—4 verschiedenen Größen; die großen Felder des Kiemengitters bisweilen 3—4mal so breit wie lang und mit ca. 14 Spirakeln versehen.

Die Dorsalleiste lang, mit glattem, ungezähnelten Rande.

Der Darmcanal sehr charakteristisch; der Schlund ziemlich weit nach oben gerückt; der Ösophagus lang und ungefähr gerade; *der Magen ist außerordentlich lang, ungefähr in der Mitte rechtwinklig gebogen* und geht allmählich in den Darm über. Der Mastdarm streckt sich hoch empor; der Anus frei, mit kurzen, runden Lappen am Rande versehen.

Die Genitalorgane beiderseits entwickelt.

Fundorte: An den Küsten von Großbritannien, Norddeutschland, Dänemark, Norwegen, Färöer, Island, Grönland und Nordamerika. (So weit mir bekannt, noch nicht im Mittelmeer gefunden.)

Polycarpa (Sav.).

Die Tentakel einfach. Der Kiemensack gewöhnlich mit 4 Falten an jeder Seite. Die Dorsalleiste mit glattem, ungezähnelten Rande. Zahlreiche Genitalorgane an jeder Seite.

A. Der Kiemensack mit 3 Falten an der rechten und 2 an der linken Seite . . . . . P. glomerata Alder.

B. Der Kiemensack mit 4 Falten an jeder Seite:

*) Zwischen der Dorsalleiste und der ersten Kiemenfalte finden sich jederseits viele Längsrippen . . . . . P. varians Heller.

**) Zwischen der Dorsalleiste und der ersten Kiemenfalte findet sich jederseits nur eine Längsrippe . . . . . P. Mayeri, nov. sp.

Polycarpa glomerata (Alder).

Taf. 36, Fig. 20; Taf. 37, Fig. 14.

Cynthia glomerata, ALDER, No. 2, p. 166.
Polycarpa glomerata, HELLER, No. 3, p. 263, Taf. V, Fig. 9—15.

Der Körper mehr oder weniger hoch, cylinderförmig oder bisweilen kugelförmig, oft unten gegen die Basis etwas verengt, mit dem aboralen Pol an andere

Digitized by Google

Thiere (besonders z. B. *Microcosmus vulgaris*) oder an todte Gegenstände angewachsen. Höhe ca. 10 mm; Länge 4—5 mm.

Der Mantel dünn, zähe, lederartig; die Oberfläche glatt, bisweilen etwas gerunzelt oder knotig, besonders rings um die Öffnungen.

Die Farbe des Mantels bräunlich roth; die Öffnungen fleischroth, mit weißlichen Flecken an den Rändern.

Die Musculatur des Körpers ziemlich schwach, gleichmäßig auf beide Seiten vertheilt.

Die Öffnungen sitzen nahe an einander an dem höchsten Theil des Körpers, beide an kurzen, geräumigen, völlig retractilen Siphonen; der Kloakensipho sitzt etwas niedriger als der Mundsipho und ist oft etwas nach rechts gedreht.

Die Tentakel einfach, sehr kurz, ungefähr 25 an der Zahl, ca. 8 lange, 8 von Mittelgröße und 8 ganz kurze, knotenförmige. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan ziemlich groß, hufeisenförmig.

Der Nervenknoten rundlich, liegt dicht hinter dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack mit 3 Falten an der rechten und 2 Falten an der linken Seite; die Falten sind seicht und schwach gekrümmt. Das Kiemengitter ziemlich schmächtig; die Querrippen von zwei Größen; die Felder doppelt so lang wie breit; 3—6 große, lange Spirakel in jedem Felde.

Die Dorsalleiste lang, mit glattem, ungezähnelten Rande.

Der Darmcanal ziemlich kurz; der Ösophagus trichterförmig; der Magen groß, birnförmig, horizontal liegend, geht allmählich in den verhältnismäßig geräumigen Darm über. Der Mastdarm gegen den Anus hin verengt; der Rand des Anus stark angeschwollen, zweilippig, ungezähnelt.

Die Genitalorgane wurstförmig, jederseits zu mehreren, liegen ganz niedrig.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. Adriat. Meer: Lesina.

Polycarpa varians Heller.

Taf. 36, Fig. 21—22; Taf. 37, Fig. 13.

Polycarpa varians, Heller, No. 3, p. 259, Taf. IV, Fig. 9—12.

Der Körper gestreckt, etwas zusammengedrückt, scheint bisweilen frei, bisweilen angewachsen zu sein. Höhe ca. 40 mm; Länge ca. 60 mm; Mund- bis Kloakenöffnung ca. 15 mm.

Der Mantel dünn, weich, zähe, lederartig; die Oberfläche mit starken und unregelmäßigen Runzeln, oft ganz mit Sand oder anderen fremden Gegenständen incrustirt. Das Thier hat — wie Heller auch sagt — sehr viel Ähnlichkeit mit *Microcosmus polymorphus*.

Die Farbe des Mantels bräunlich, an der Innenseite graulich weiß; die Öffnungen dunkel fleischroth.

Die Musculatur des Körpers kräftig, gleichmäßig an beiden Seiten entwickelt, gänzlich undurchsichtig.

Die Mundöffnung weit nach vorn, die Kloakenöffnung ungefähr in der Mitte, beide an kurzen, geräumigen, ein wenig nach rechts gekehrten Siphonen.

Die Tentakel einfach, ca. 30 an der Zahl; die eine Hälfte lang, die andere kurz. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan ziemlich groß, hufeisenförmig, ungefähr so lang wie breit: die Öffnung zwischen den zwei zusammengekrümmten Hörnern ist gerade nach hinten gekehrt.

Der Nervenknoten rundlich, liegt dicht hinter dem Flimmerorgane.

Digitized by Google

Der Kiemensack mit 4 gekrümmten und seichten Falten an jeder Seite; ca. 24 kräftige Längsrippen an jeder Falte; zwischen der Dorsalleiste und der ersten Kiemenfalte finden sich viele, dicht an einander gestellte Längsrippen. Die Querrippen von 3—4 verschiedenen Größen. Die großen Felder breiter als lang, jedes mit ca. 10 langen, schmalen Spirakeln.

Die Dorsalleiste ziemlich lang, niedrig, wird hinten etwas höher, mit glattem, ungezähnelten Rande.

Der Darmcanal kurz; der Ösophagus verhältnismäßig lang, gekrümmt, trichterförmig; der Magen sehr klein, oblong, geht ganz allmählich in den sehr geräumigen, sanft gekrümmten Darm über; der Mastdarm kurz, bildet einen spitzen Winkel mit dem übrigen Darm; der Anus groß, gezipfelt; eine Leiste ragt knopfförmig in den Anus herein.

Die Genitalorgane zahlreich, an beiden Seiten entwickelt, zwischen den großen Endokarpen mehr oder weniger versteckt.

Fundorte: Mittelmeer: Golf von Neapel. Adriat. Meer.

Polycarpa Mayeri, nov. sp.

Taf. 36, Fig. 23—25; Taf. 37, Fig. 10.

Der Körper mehr oder weniger gestreckt, entweder nur mit der Basis oder auch zum Theil mit der einen Seite angewachsen. Höhe 19 mm; Länge 14 mm.

Der Mantel ziemlich dünn, zähe und lederartig; die Oberfläche mehr oder weniger gerunzelt oder knotig, mit Sand oder anderen fremden Körperchen incrustirt.

Die Farbe graulich braun; die Öffnungen roth.

Die Musculatur des Körpers ziemlich schwach, aber gleichmäßig auf beide Seiten vertheilt.

Die Mundöffnung terminal; die Kloakenöffnung sitzt etwas niedriger, beide in der Mittellinie an längeren oder kürzeren, völlig retractilen, ziemlich geräumigen, divergirenden Siphonen.

Die Tentakel einfach, kurz, ca. 30 an der Zahl, von ca. 3 verschiedenen Größen. Zona praebranchialis glatt.

Das Flimmerorgan mittelgroß, hufeisenförmig; die Öffnung zwischen den zwei zusammengekrümmten Hörnern eng und ungefähr gerade nach vorn gekehrt.

Der Nervenknoten gestreckt, liegt dicht hinter dem Flimmerorgane.

Der Kiemensack mit 4 schwach gekrümmten Falten an jeder Seite. Die Längsrippen ziemlich dünn, ca. 8 an der Zahl an jeder Falte. Zwischen der Dorsalleiste und der ersten Kiemenfalte findet sich jederseits nur eine Längsrippe. Die Querrippen von 3 verschiedenen Größen; die großen Felder sind mehr als doppelt so breit wie lang und mit 7—8 langen, schmalen Spirakeln versehen.

Die Dorsalleiste ziemlich lang, vorn niedrig, hinten etwas höher; der Rand glatt, ungezähnelt.

Der Darmcanal recht charakteristisch. Der Ösophagus lang, gekrümmt, trichterförmig; der Magen klein, birnförmig, horizontal liegend, geht ganz allmählich in den geräumigen Darm über, dessen obere Krümmung beinahe ganz nach vorn gewendet ist; der zurücklaufende Theil des Darmes bildet einen sehr stumpfen Winkel mit dem ziemlich kurzen, schräg nach hinten laufenden, engen, zugespitzten Mastdarm; der Anus klein, mit glattem, ungezähnelten Rande.

Die Genitalorgane bilden jederseits einen dichten Kuchen.

Fundort: Mittelmeer: Golf von Neapel.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 33.

a Mundöffnung; *a'* secundäre Mundöffnung; *b* Kloakenöffnung; *b'* secundäre Kloakenöffnung; *c* Mastdarm; *g* Ovarien; *k* die obere Krümmung des Darmes; *m* Magen; *o* Oviduct; *t* Testikel; *v* Vas deferens; *ö* Ösophagus.

Fig. 1. *Corella parallelogramma* (O. F. Müller) von der rechten Seite gesehen. $^2/_1$ natürl. Gr. Golf von Neapel.

Fig. 2. Dasselbe Individuum von der linken Seite gesehen.

Fig. 3. *Ciona intestinalis* (L.) von der linken Seite; kleines Exemplar in natürl. Gr. Neapel.

Fig. 4. Dieselbe Art von der linken Seite; größeres Exemplar, etwas verkleinert. Neapel.

Fig. 5. Dieselbe Art von der linken Seite in natürl. Gr.; das Exemplar hat eine secundäre, nur mit 2 Ocellen versehene Mundöffnung (*a'*). Neapel.

Fig. 6. *Phallusia mamillata* (Cuv.) von der rechten Seite; kleines Exemplar in natürl. Gr. Neapel.

Fig. 7. *Phallusia mentula* (O. F. Müller) von der rechten Seite; mittelgroßes Exemplar in natürl. Gr. Neapel.

Fig. 8. Dasselbe Individuum von der linken Seite.

Fig. 9. Dieselbe Art von der linken Seite; etwas größeres Exemplar. Der Mantel ist weggenommen; natürl. Gr.

Fig. 10. *Phallusia venosa* (O. F. Müller) von der rechten Seite. $^2/_3$ natürl. Gr.; das Exemplar ist von Bergen in Norwegen.

Fig. 11. Dasselbe Individuum von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen.

Fig. 12. *Phallusia malaca*, nov. sp.; das Individuum rechts ist von der linken Seite, das Individuum links von der rechten Seite gesehen; natürl. Gr. Neapel.

Fig. 13. Dieselbe Art von der rechten Seite; Exemplar mit 2 Kloakenöffnungen (*b* und *b'*); natürl. Gr. Neapel.

Fig. 14. *Phallusia fumigata* (Grube); beide Exemplare von der rechten Seite gesehen; natürl. Gr. Neapel.

Fig. 15. Dieselbe Art; Exemplar mit zwei Mundöffnungen (*a* und *a'*), von der rechten Seite gesehen; natürl. Gr. Neapel.

Fig. 16. *Phallusia ingeria*, nov. sp., von der rechten Seite; $^2/_1$ natürl. Gr.; das Thier ist mit specieller Rücksicht auf die Oberfläche des Mantels gezeichnet. Neapel.

Fig. 17. Dasselbe Individuum von der linken Seite; ein größeres Stück des Mantels ist weggenommen, um den Innenkörper mit dem Darmcanale zu zeigen.

Fig. 18. *Phallusia oblonga*, nov. sp., von der linken Seite; der Mantel ist angedeutet; $^3/_2$ natürl. Gr. Neapel.

Fig. 19. *Phallusia aspersa* (O. F. Müller) von der rechten Seite; mittelgroßes Exemplar in natürl. Gr. Neapel.

Fig. 20. Dieselbe Art von der rechten Seite; das Exemplar hat 2 Mundöffnungen (*a* und *a'*); natürl. Gr. Neapel.

Fig. 21. Dasselbe Individuum von der linken Seite.

Fig. 22. Dieselbe Art von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen; natürl. Gr.; das Exemplar ist von Bergen in Norwegen.

Digitized by Google

Fig. 23. *Phallusia virginea* (O. F. Müller) von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen; natürl. Gr.; das Exemplar ist von der Nordsee (55° 40′ N. B, 4° 30′ W. L.).

Tafel 34.

Die Kiemensäcke sind in gleicher Größe mit HARTNACK Oc. II, Syst. IV gezeichnet. Die Bedeutung der Buchstaben wie auf Taf. 33.

Fig. 1. *Corella parallelogramma* (O. F. Müller); Stück des Kiemensackes. Das Individuum ist vom Kattegat.
Fig. 2. *Ciona intestinalis* (L.); Stück des Kiemensackes. Golf von Neapel.
Fig. 3. *Phallusia mamillata* (Cuv.), dasselbe. Neapel.
Fig. 4. *Phallusia mentula* (O. F. Müller), dasselbe. Neapel.
Fig. 5. *Phallusia quadrata*, nov. sp., dasselbe. Neapel.
Fig. 6. *Phallusia muricata* (Heller), von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen. Lesina.
Fig. 7. Dasselbe Individuum; Stück des Kiemensackes.
Fig. 8. *Phallusia fumigata* (Grube), von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen. Neapel.
Fig. 9. Dasselbe Individuum; Stück des Kiemensackes.
Fig. 10. *Phallusia oblonga*, nov. sp., von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen. Neapel.
Fig. 11. Dasselbe Individuum; Stück des Kiemensackes.
Fig. 12. Dieselbe Art; Stück des Kiemensackes von einer Stelle, wo die intermediären Papillen fehlen.
Fig. 13. *Phallusia venosa* (O. F. Müller); Stück des Kiemensackes von dem Taf. 33, Fig. 10 und 11 abgebildeten Exemplar. Bergen in Norwegen.
Fig. 14. *Phallusia malaca*, nov. sp., von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen. Neapel.
Fig. 15. Dasselbe Individuum; Stück des Kiemensackes.
Fig. 16. *Phallusia pusilla*, nov. sp., von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen. Neapel.
Fig. 17. Dasselbe Individuum; Stück des Kiemensackes.
Fig. 18. *Phallusia ingeria*, nov. sp.; Stück des Kiemensackes. Neapel.
Fig. 19. *Phallusia aspersa* (O. F. Müller); Stück des Kiemensackes. Neapel.
Fig. 20. *Molgula impura* Heller von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen. Neapel.
Fig. 21. Dasselbe Individuum von der rechten Seite.
Fig. 22. Dasselbe Individuum von oben gesehen.
Fig. 23. Dasselbe Individuum; Stück des Kiemensackes.
Fig. 24. *Molgula appendiculata* Heller, die Mundöffnung. Neapel.
Fig. 25. Dasselbe Individuum, die Kloakenöffnung.
Fig. 26. Dieselbe Art; Stück des Kiemensackes.
Fig. 27. *Molgula occulta* Kupffer von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen. Neapel.
Fig. 28. Dasselbe Individuum von der rechten Seite.
Fig. 29. Dasselbe Individuum; Stück des Kiemensackes.

Tafel 35.

a Flimmerbogen; *b* Tentakelring; *c* Nervenknoten; *d* »glande prénervienne« (DE LACAZE-DUTHIERS).

Digitized by Google

Die Figuren 1—3, 8—12, 14—15 sind in gleicher Größe mit HARTNACK Oc. II Syst. IV gezeichnet; die Figuren 5 und 13 sind ungefähr doppelt so viel wie die eben genannten Figuren vergrößert. Die übrigen Figuren verhalten sich ganz wie die der Kiemensäcke auf Taf. 34.

Fig. 1. *Ciona intestinalis* (L.); Flimmerorgan. Das Thier war 68 mm hoch und 16 mm im Querschnitte.

Fig. 2. Dieselbe Art; Flimmerorgan und Stück des Tentakelrings. Das Thier war 62 mm hoch und 15 mm im Querschnitte und genau mit 58 Tentakeln versehen.

Fig. 3. *Phallusia mentula* (O. F. Müller); Flimmerorgan und Stück des Tentakelrings. Das Thier war 93 mm hoch und 39 mm lang.

Fig. 4. *Phallusia muricata* (Heller); Flimmerorgan von dem auf Taf. 34 Fig. 6 abgebildeten Individuum.

Fig. 5. *Phallusia fumigata* (Grube); Flimmerorgan und Stück des Tentakelrings.

Fig. 6. *Phallusia oblonga*, nov. sp.; Flimmerorgan von dem Taf. 33, Fig. 18 abgebildeten Individuum.

Fig. 7. Dieselbe Art; Flimmerorgan und Stück des Tentakelrings von einem anderen Individuum.

Fig. 8. *Phallusia malaca*, nov. sp.; Flimmerorgan. Das Thier war 90 mm hoch und 30 mm lang.

Fig. 9. Dieselbe Art; Flimmerorgan und Stück des Tentakelrings. Das Thier war 62 mm hoch und 22 mm lang.

Fig. 10. Dieselbe Art; dasselbe. Das Thier war 42 mm hoch und 17 mm lang.

Fig. 11. Dieselbe Art; dasselbe. Das Thier war 58 mm hoch und 21 mm lang.

Fig. 12. Dieselbe Art; dasselbe. Das Thier war 83 mm hoch und 46 mm lang.

Fig. 13. *Phallusia ingeria*, nov. sp.; dasselbe. Das Thier war 21 mm hoch und 11 mm lang.

Fig. 14. *Phallusia aspersa* (O. F. Müller); dasselbe.

Fig. 15. Dieselbe Art; dasselbe. Das Thier war 67 mm hoch und 30 mm lang.

Fig. 16. *Molgula impura* Heller; Flimmerorgan.

Fig. 17. *Molgula occulta* Kupffer; dasselbe.

Fig. 18. *Phallusia mentula* (O. F. Müller); Stück der Dorsalleiste.

Fig. 19. *Phallusia quadrata*, nov. sp.; dasselbe von dem Taf. 34, Fig. 5 abgebildeten Individuum.

Fig. 20. *Phallusia muricata* (Heller); dasselbe von dem Taf. 34, Fig. 6 abgebildeten Individuum.

Fig. 21. *Phallusia fumigata* (Grube); dasselbe von dem Taf. 34, Fig. 8 abgebildeten Individuum.

Fig. 22. *Phallusia oblonga*, nov. sp.; dasselbe von dem Taf. 33, Fig. 18 abgebildeten Individuum.

Fig. 23. Dieselbe Art; dasselbe von einem anderen Individuum.

Fig. 24. *Phallusia malaca*, nov. sp.; dasselbe.

Fig. 25. *Phallusia venosa* (O. F. Müller); dasselbe von dem Taf. 33, Fig. 11 abgebildeten Individuum.

Fig. 26. *Phallusia pusilla*, nov. sp.; dasselbe.

Fig. 27. *Phallusia ingeria*, nov. sp.; dasselbe.

Fig. 28. *Phallusia aspersa* (O. F. Müller); dasselbe von dem Individuum, dessen Kiemensack auf Taf. 34, Fig. 19 abgebildet ist.

Digitized by Google

Tafel 36.

Die Bedeutung der Buchstaben ganz wie auf Tafel 33.

Fig. 1. *Cynthia papillosa* (L.) von der rechten Seite gesehen; natürl. Größe. Golf von Neapel.

Fig. 2. *Cynthia scutellata* Heller von der linken Seite; ungefähr natürliche Größe. Golf von Neapel.

Fig. 3. Dieselbe Art, kleines Exemplar von oben gesehen; $^4/_1$ natürl. Gr. Golf von Neapel.

Fig. 4. *Cynthia dura* Heller von der linken Seite; $^2/_1$ natürl. Gr. Golf von Neapel.

Fig. 5. *Microcosmus vulgaris* Heller kleines Exemplar von der rechten Seite; $^3/_1$ natürl. Gr. Golf von Neapel.

Fig. 6. Dieselbe Art wie Fig. 5.

Fig. 7. Dieselbe Art, mittelgroßes Exemplar, von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen.

Fig. 8. *Microcosmus polymorphus* Heller, großes Exemplar, von der rechten Seite; natürl. Gr. Golf von Neapel.

Fig. 9. Dieselbe Art, ein Exemplar ganz in Sand etc. verborgen. Golf von Neapel.

Fig. 10. Dieselbe Art, das Fig. 8 abgebildete Exemplar, von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen.

Fig. 11. *Microcosmus claudicans* (Sav.), großes Exemplar, von der linken Seite; $^3/_2$ natürl. Gr. Golf von Neapel.

Fig. 12. *Styela plicata* (Les.), mittelgroße Exemplare, in natürl. Gr. Golf von Neapel.

Fig. 13. *Styela canopoides* Heller, großes Exemplar, von der linken Seite. $^3/_2$ natürl. Gr. Golf von Neapel.

Fig. 14. Dieselbe Art, der Mantel und ein Stück der Körpermusculatur ist weggenommen, um den Darmcanal zu zeigen.

Fig. 15 und 16. Dieselbe Art, der Mantel ist weggenommen, um die Genitalorgane an der linken (Fig. 15) und rechten (Fig. 16) Seite zu zeigen.

Fig. 17. *Styela aggregata* (O. F. Müller); Darmcanal von der Innenseite gesehen; natürl. Gr. Das Exemplar ist von Dänemark.

Fig. 18. *Styela rustica* (L.); Darmcanal von der Innenseite gesehen; natürl. Gr. Das Exemplar ist von Egedesminde in Grönland.

Fig. 19. Dasselbe Individuum; Stück des Kiemensackes.

Fig. 20. *Polycarpa glomerata* Alder; Darmcanal von der Innenseite gesehen. $^2/_1$ natürl. Gr. Golf von Neapel.

Fig. 21. *Polycarpa varians* Heller von der linken Seite; der Mantel und ein Stück der Körpermusculatur ist weggenommen, um den Darmcanal zu zeigen. $^2/_3$ natürl. Gr. Das Exemplar ist von Triest und gehört dem Zoolog. Museum in Kopenhagen.

Fig. 22. Dasselbe Individuum; Stück des Kiemensackes.

Fig. 23. *Polycarpa Mayeri*, nov. sp., von der rechten Seite; $^3/_2$ natürl. Gr. Golf von Neapel.

Fig. 24. Dasselbe Individuum von der linken Seite; der Mantel ist weggenommen, um den Darmcanal zu zeigen.

Fig. 25. Dieselbe Art, zwei kleine, flache Exemplare; $^5/_4$ natürl. Gr. Golf von Neapel.

Digitized by Google

Tafel 37.

Fig. 1. *Cynthia papillosa* (L.); Stück des Kiemensackes.
Fig. 2. *Cynthia scutellata* Heller; dasselbe.
Fig. 3. *Cynthia dura* Heller; dasselbe.
Fig. 4. *Microcosmus vulgaris* Heller; dasselbe.
Fig. 5. *Microcosmus polymorphus* Heller; dasselbe.
Fig. 6. Dieselbe Art, das Stück gehört zu dem Taf. 36, Fig. 9 abgebildeten Exemplar.
Fig. 7. *Microcosmus claudicans* (Sav.); Stück des Kiemensackes.
Fig. 8. *Styela canopoides* Heller; dasselbe.
Fig. 9. *Styela aggregata* (O. F. Müller); dasselbe.
Fig. 10. *Polycarpa Mayeri*, nov. sp.; dasselbe.
Fig. 11. Anus von *Styela canopoides* Heller.
Fig. 12. Anus von *Styela aggregata* (O. F. Müller).
Fig. 13. Anus von *Polycarpa varians* Heller.
Fig. 14. *Polycarpa glomerata* Heller; Stück des Kiemensackes.

Digitized by Google

Sopra un' Ectocarpea parassita della Cystoseira Opuntioides (Streblonemopsis irritans).

Nota di

R. Valiante.

Con tav. 38.

La Cystoseira Opuntioides, che ordinariamente vive a grande profondità nel Golfo di Napoli, nella primavera 1881 mi venne trovata abbondantemente a profondità di soli 6 e 7 metri nel piccolo seno detto di Sta Lucia. Gli individui di questa località, al contrario di quelli di posti più profondi, mostravano molti rami e rametti ricoperti di mammelloncini di diversa forma, opachi, bianchi, lievemente giallastri e lunghi al più 2 millimetri (fig. 9). I più sviluppati di tali rigonfiamenti ad un ingrandimento di 12 a 20 volte si mostravano tondeggianti, a superficie mammellonata e brevemente pedicellati (fig. 11). Sui molti individui studiati di altre Cystoseire, e su quelli della stessa C. Opuntioides di mare profondo non mi avvenne mai di trovare simili alterazioni.

Negli anni seguenti le rinvenni nelle condizioni suddette dal Febbraio all' Aprile.

A sviluppo completo questi rigonfiamenti sono evidentemente fatti da tessuto periferico e sotto-periferico del rametto di Cystoseira fortemente ipertrofiati. Nello strato mucilaginoso, che, come tutto il resto della pianta, li ricopre, si annida una piccola Ectocarpea. Gli elementi vegetativi di questa formano una rete a piccole maglie, la quale si stende su tutto il rigonfiamento senza alcun processo rizoide che la congiunga con i tessuti della Cystoseira.

Questa pianticella a me non è noto sia stata descritta, e però mi fo ad esporre le mie osservazioni su di essa, quantunque non mi sia stato possibile seguirla in tutti gli stadii della sua vita. Non avendo potuto

Digitized by Google

colpire le zoospore germinanti mi sono rassegnato a cominciarne lo studio sui mammelloni incipienti.

Sui giovani rametti della Cystoseira si vedono piccole chiazze biancastre di circa due decimi di millimetro di diametro ed alquanto ricresciute sulla superficie circostante. Le cellule periferiche della Cystoseira nell' ambito della piccola chiazza sono alquanto ingrandite ed a contenuto poco granuloso, quasi diafano. Nella mucilagine soprastante è già un piccolo filo della feosporea fatto di pochi elementi, e che incomincia a ramificare. Il contenuto delle cellule che compongono questo filo è, come quello delle Ectocarpee in generale, fatto di plasma jalino con cromula giallastra disposta in granuli e placche, le più grandi e più intense tra le quali trovansi presso alle pareti. Il massimo diametro di ogni elemento arriva a 10—15 μ.

L'accrescimento apicale del filo avviene nel modo seguente.

La cellula apicale (fig. 12 *b*) si estende per prolungare il filo, e produce quasi costantemente due bozze laterali (*c*, *d*), le quali si prolungano orizontalmente e formano rami, senza che al loro punto d'impianto si produca parete che le separi dalla cellula madre. Una parete trasversale invece si genera per lo più verso la parte inferiore della cellula apicale al di sotto dei rami (*i*). Mentre la cellula *b* si prolunga e continua a produrre nuovi rami sempre nello stesso piano, gli apici di rami già formati ed alquanto lunghi talora producono essi stessi al medesimo modo rami laterali e continuano ad allungarsi in linea retta, e tal' altra non fanno che bifurcarsi (*m m*). Se due di questi rami, o degli altri che con le stesse leggi si formano da essi, vengono ad incontrarsi pei loro apici, si saldano e chiudono una maglia della rete. Dal modo di ramificazione descritto risulta che pareti le quali separano gli elementi non si trovano che nei piani *i* alle basi delle cellule apicali dei fili e nei piani in cui i rametti s'incontrano e si saldano.

Talora accanto alle saldature di due cellule, una di esse fa una bozza che diventa un ramo, il quale a sua volta ramifica come gli altri, e continua da quel lato l'accrescimento della pianta (*r*). Altre bozze si formano spesso sul lato interno di una cellula di una maglia chiusa (*s*), e prolungandosi e congiungendosi con un processo simile di una cellula opposta dividono una maglia in due.

Alcune bozze delle cellule della rete, segnatamente di quelle poste nella parte superiore del ricrescimento, invece di estendersi orizontalmente, pigliano la direzione perpendicolare al piano della rete e crescono in quel senso. Tali rami raddrizzati sono di due maniere. Alcuni (fig. 4 *a*) lunghi fino a oltre tre decimi di millimetro e grossi alla base 15—20 μ

Digitized by Google

vanno man mano assottigliandosi verso l'apice; altri di pari grossezza alla base, ad un terzo della loro altezza si assottigliano bruscamente in un flagello piliforme (fig. 15).

Da altre maglie della rete, parimenti, verso l'alto del ricrescimento (fig. 4 *b, c, d*) e qualche volta da una cellula basale dei rami raddrizzati (fig. 14 *s*), si formano bozze che si allungano di poco e si segmentano solo due o tre volte trasversalmente. L'articolo terminale di questi brevi rami si rigonfia (fig. 1 *c*) e prende ben presto forma ovalare. Si segmenta poscia ripetutamente per traverso a cominciar dal basso (fig. 2, 3), e poi longitudinalmente per due piani incrociati parimenti a cominciar dal basso (fig. 3, 5). Gli elementi così generatisi continuano a segmentarsi per piani octogonali (fig. 6 *e* 13) e finiscono per costituire un corpo multicellulare più o meno ovoidale che al massimo misura in lunghezza 60 μ, e 37 μ in larghezza.

Quantunque non mi sia stato dato vedere l'uscita delle zoospore da questo organo, non posso ritenerlo che come un tricosporangio.

Per quanto abbia cercato non mi è riuscito trovare sporangi unicellulari od oosporangi.

A mano a mano che i fili della piccola feosporea si estendono, la chiazza bianchiccia sul ramuscolo di Cystoseira si allarga pure essa. Negli elementi periferici di questa, che abbiamo visti dapprima ingranditi ed a contenuto più sbiadito, incomincia un potere di segmentazione abbastanza rapida per piani obliqui (fig. 10), sicchè dove era la chiazza si genera un ricrescimento che diventa gradatamente un bitorzolo ricoperto senza interruzione dalla rete della feosporea (fig. 7 e 8).

Per la ineguaglianza del potere di segmentazione delle cellule periferiche e sotto-periferiche nei diversi punti del ramuscolo ipertrofiato, il bitorzolo diventa in ultimo a superficie ineguale e mammellonata (fig. 8, 11).

In fine d'Aprile la Cyst. Opuntioides si spoglia dei suoi rami, ed insieme a questi cadono anche i ricrescimenti e la pianticella ospitata, la quale ricomparirà poi nell' anno seguente.

Quantunque non abbia potuto completare lo studio di questa curiosa feosporea e conoscerla in tutte le sue parti, ed in tutti gli stadî di suo sviluppo, pure, credendola affatto sconosciuta, mi son determinato a darne questa breve notizia.

Dal poco che ne ho detto ognuno può vedere come essa sia diversa dalle altre Ectocarpee così pel modo di ramificare dei suoi elementi vegetativi, come per gli effetti di ipertrofia che la sua presenza produce sulla pianta ospitante. La mia pianta pel suo portamento generale e per la forma e posizione delle sue fruttificazioni è molto vicina a quelle forme

Digitized by Google

di Ectocarpus reptanti che sono state riunite a costituire il genere Streblonema; genere appena accennato dai Sig^ri^ Derbès et Solier nel 1851 sul loro *Ect. sphaericus*[1], e di poi alquanto ben delimitato da autori più recenti[2].

Conosco due soli Streblonema, uno del Golfo di Napoli che dai Sig^ri^ Falkenberg (Mittheil. Zool. St. Neap. I. 240) e Berthold (Mittheil. Zool. St. Neap. III. 505) venne riportato allo *S. sphaericum*, e un altro, lo *S. repens*, del quale gentilmente il Sig^r^ Bornet mi comunicò un esemplare proveniente dalla Rochelle.

In ambedue il sistema di proliferazione degli elementi vegetativi e di ramificazione è affatto diverso da quello da me descritto per la pianta in questione. Uguale diversità appare dalle descrizioni abbastanza incomplete e dalle figure date dai Sig^ri^ Derbès et Solier, Pringsheim, e Crouan. Le descrizioni e le figure, date dal Kjellman[3] per *l'Ectocarpus reptans* Crouan, certo più estese e dettagliate delle precedenti, fan supporre un essere che da un centro vegetativo emana dei rami, i quali si accollano longitudinalmente fra loro, generando in ultimo come una piccola placca continua. Non so se questo potrà esser ritenuto come un carattere vegetativo generale pei Streblonema, anzi non lo credo, ma certo la pianta da me studiata si comporta in modo affatto diverso da questa come da tutte le altre Ectocarpee a me note.

Sì per ciò e sì per il potere d'indurre ipertrofia nella pianta ospitante, potere che le altre Ectocarpee non hanno, mi pare dover ritenere la pianta descritta come tipo di un genere molto affine, ma distinto, dal genere Streblonema. Per l'unica specie conosciuta propongo il nome di *Streblonemopsis irritans*. Lascio a chi vorrà occuparsi specialmente di tutte queste forme inferiori di Ectocarpus il dare il giusto valore tassonomico alle mie osservazioni e ritenere o no il nome proposto.

---

[1] Derbès et Solier in: Castagne, Supplem. au catalogue des plantes qui croissent spontanément aux environs de Marseille (1851); e: Mémoires sur quelques points de la Physiologie des Algues (1856).

[2] Pringsheim, Beiträge zur Morphologie der Meeresalgen (1861). Crouan, Florule du Finistère (1867). Thuret in: Crouan, Liste des Algues marines de Cherbourg.

[3] Kjellman, Ectocarpeer och Tilopterider. Stockh. 1872. p. 52, tav. II, fig. 6.

Digitized by Google

Spiegazione delle figure.

Tav. 38.

Fig. 1. Sporangio incipiente (470/1).
Fig. 2. Sporangio giovanissimo (470/1).
Fig. 3. Idem più evoluto (470/1).
Fig. 4. Pezzo della rete di Streblonemopsis ; *a*, giovane ramo verticale ; *b*, *c*, *d*, sporangi incipienti ; *e* sporangio più evoluto (330/1).
Fig. 5. Sporangio ancora giovane (470/1).
Fig. 6. Sporangio a sviluppo completo (470/1).
Fig. 7. Giovane bitorzolo (80/1).
Fig. 8. Taglio longitudinale di un bitorzolo evoluto (40/1).
Fig. 9. Ramo della C. Opuntioides infestato dallo Streblonemopsis (3/1).
Fig. 10. Taglio trasverso di un ramo della C. Opuntioides. Cellule periferiche e sotto-periferiche che dispongonsi a formare ipertrofia (330/1).
Fig. 11. Ramo della C. opuntioides infestato dallo Streblonemopsis (12/1).
Fig. 12. Giovane reticolo di Streblonemopsis (330/1).
Fig. 13. Sporangio a lungo pedicello (470/1).
Fig. 14. Ramo verticale con sporangio laterale (470/1).
Fig. 15. Ramo verticale terminantesi in forma di pelo (470/1).

Digitized by Google

On the Structure and Development of Argiope.

By

Arthur E. Shipley,
Scholar of Christ's College, Cambridge.

With Plates 39 and 40.

The two species of Argiope, which I have studied at the Zoological Station Naples, occur at a depth of about 70 metres in the Bay of Naples. They differ considerably in their appearance. The shell of A. neapolitana (fig. 9) is of a uniform brownish white color, studded with numerous white spots, due to the presence of the canals which perforate the shell. The ventral shell is heart shaped, its posterior end is pointed, forming the beak, the anterior end is broad and has a median depression. The greatest length of this shell is from 2.5 to 3 mm, the greatest breadth which is about one third of the length from the anterior border is about the same. The aperture through which the stalk passes is not completed by the ventral shell, but the anterior side is formed by the posterior border of the dorsal shell. The remaining three sides of the aperture are formed by the ventral shell, the posterior by the posterior apex, and the sides by the inner borders of two triangular areas which belong to the same shell but are bent under to lie in the same plane as the dorsal shell (fig. 17 *tr*). The apex of this triangular area bears a tooth-like process which fits into a socket on the dorsal shell. There is a slight median ridge which runs from the posterior of the ventral shell for about two thirds of its length on its inner side, dividing the shell into two equal halves (fig. 17 *vr*).

The dorsal shell is not seen when the animal is in its natural position. It is not so vaulted as the other, but in outline it resembles it, only instead of ending in a point, the posterior third is cut away. The posterior border may be divided into three parts, the central third forming the anterior border of the aperture through which the stalk passes,

Digitized by Google

is slightly produced. The two outer thirds lie against the anterior border of the triangular areas of the ventral shell. The body of Argiope lies almost entirely in the dorsal shell whose internal skeleton consists of three triangular plates: one median, the other two lateral and paired (fig. 16). The lateral parts of the skeleton consist of two triangular plates, which have two faces and three borders. The plates pass from the junction of the outer third with the central third of the posterior border of the dorsal shell, parallel with the margin of the shell to about the middle of the lateral border (figs. 16 and 18 *sk*). Thus of the two faces, one looks inward, the other outwards. Of the borders one looks towards the median line, another looks towards the ventral shell and the third forms the attachment of the plate to the imperforate valve. It is at the angle formed by the first and third of these borders that the notch occurs, into which the teeth of the perforate valve fit. Although these plates do not form a continuous support in front, there are traces of them in the anterior border, in the form of small teeth (figs. 16 and 18). The third part of the internal skeleton also consists of a triangular plate, its two faces look laterally, its posterior border is deeply curved and serves to support the anterior part of the alimentary canal. The mouth is situated just behind the apex of this triangle, where the posterior border joins the upper. This latter border slopes gradually away towards the anterior margin of the shell, and is cut into a series of sharp teeth in Argiope neapolitana, although in A. cuneata it is quite smooth. This median septum divides the lophophore into two lobes (fig. 11 *sm*).

The shell of A. cuneata is about 1.5 times as broad as long; there is no median depression on the anterior border (Fig. 10). The posterior border is nearly straight, sloping very gradually towards the aperture for the stalk, there is no pointed beak. The shell is radially ribbed, and the ribs are of a bright yellow color while the depressions between them are a light brick red, the same color as the eggs and larvae. The ribs are usually six or eight and lie symmetrical on each side of a median groove, the ribs of both shells correspond, the margins of the shells are not entire as in A. neapolitana but slightly crenate, the projections corresponding with the ribs.

The internal skeleton consists like that of A. neapolitana of a median ridge on the posterior two thirds of the ventral shell and of three plates on the dorsal shell. The anterior border of the median one forms a much greater angle with the plane of the shell than is the case with that of A. neapolitana, it is also without teeth. In old specimens this plate is supported by two lateral wings. The lateral plates which support

Digitized by Google

the lophophore are perforated by two large holes, these are also found in the other species, but are there quite small. The shells of both species are slightly transparent so that the outline of the lophophore and the red ovaries and larvae can be indistinctly seen through them. Both shells are marked by faint lines which run parallel to the margin.

In its minute structure the shell of Argiope consists of a number of very fine calcareous spicules supported in an organic network. The spicules are not very regularly arranged but they have a general antero-posterior direction, and are oblique, their inner end being nearer to the edge of the shell, their outer to the beak. Their inner extremities are rounded somewhat enlarged and overlap each other like the slates on a roof (fig. 14); they are much larger at the centre than at the margin of the shell. On the outer side of the shell is a layer, in thickness about one eighth of the whole shell, where the proportion of calcareous matter to organic is enormously increased. The spicules are here nearly square and packed against one another like bricks. I have unfortunately been unable to see KING's paper[1] but I believe this layer must agree with the second layer discovered by him, and mentioned in the recent paper of VAN BEMMELEN[2].

Outside this is the third layer or periostracum. This is a thick structureless cuticle; it completely covers the whole shell, and in the fresh state adheres very closely to it. The cuticle does not stain (figs. 1 and 15 *cu*).

When sections are made through the decalcified shell, the organic basis or network is seen to consist of numerous very fine homogeneous fibrils. The meshes of the network have the same shape as the spicules they contain and so in longitudinal sections they appear elongated and oblique, in transverse or horizontal sections as irregularly square (fig. 15 and 19). These organic fibrils are in connection on their inner side with the mantle which lines every part of the shell. They stain very readily with Borax Carmine or Haematoxylin.

In the decalcified sections there is a considerable space between the periostracum and the shell. This may be partly due as VAN BEMMELEN suggests to the disappearance of KING's second layer, but it is, I believe, chiefly caused by the evolution of gas forcing the cuticle away from the shell.

The shell is pierced by very numerous canals which run completely

[1] On the Histology of the Test of the Class Palliobranchiata. Trans. of the Roy. Irish. Acad. Vol. XXIV. 1867.

[2] Untersuchungen über den anatomischen und histologischen Bau der Brachiopoda Testicardinia. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft. XVI. 1883.

Digitized by Google

through the calcareous part, but their outer end is covered by the cuticle. They are of uniform diameter in the first part of their course through the first layer, but when they reach the second layer of KING, they expand and end in funnel shaped mouths (figs. 1 and 15 *mp*). The distribution of these canals is very uniform, they mostly lie on lines concentric with the free edge of the shell. Their course is usually perpendicular to the surface of the shell, though occassionally they have an oblique direction. They are as a rule single but in the posterior part of the perforate shell, where it is unusually thick, I have seen branched canals. Similar branched canals are described for Terebratula caput serpentis, and the canals of Crania branch at their outer extremities.

The minute structure of the internal skeleton is like that of the inner layer of the shell, there are no canals present, but in Argiope (Cistella) lutea, a species 'considerably larger than those of the Mediterranean', W. H. DALL[1] states that canals are present in the substance of the internal skeleton.

The mantle which lines the internal surface of each shell is formed by two evaginations of the body wall. Although the body of Argiope occupies a much greater part of the mantle cavity than is usual with Brachiopoda, still it lies almost wholly within the dorsal shell, consequently nearly the whole of the ventral and a considerable portion of the dorsal shell, that is the part not occupied by the body, are lined by the mantle. Since the mantle is formed by a duplicature of the body wall it is necessarily double and in some places there are prolongations of the body cavity in which the generative organs lie, in other places the two layers have fused.

At the edge of the shell the mantle becomes thickened and forms a number of ridges which are covered by a high epithelium; the nuclei of these cells stain very clearly. From some sections which I have prepared, I believe, that the ridges of the opposite shells interlock and thus close the mantle cavity in a very complete manner. Elsewhere the inner surface of the mantle is covered by a flat epithelium not very well defined, beneath this lies a number of granular branched connective tissue cells. On the outer surface the mantle is in direct connection with the organic basis of the shell. No setae occur on the mantle of Argiope.

Into each of the canals which pierce the shell, the mantle sends a diverticulum. This is a hollow tube which fits exactly into the calcareous

[1] Report on the Brachiopoda obtained by the United States Coast Survey Expedition, in Charge of S. F. DE POURTALÈS, with a Revision of the Craniidae and Discinidae, by W. H. DALL. 1871.

Digitized by Google

canal but, unlike that, is closed at its outer end. The walls of the tube consist of a structureless membrane which stains well and appears to consist of the same tissue as the organic network of the shell. The fibres of the latter in the neighbourhood of the tube fuse with it. The outer end of the tube is slightly enlarged and the outer wall which closes it is much thicker than the lateral walls. There appears to be a close connection between the top of these papillae and the periostracum, for in many cases when the latter was torn away elsewhere it remained attached to the summit of the papillae. The periostracum passes unchanged over the summit of the papillae but a number of fine lines appear to pass from the underside of the periostracum to the top of the papillae (fig. 15).

Within these papillae lie freely a number of round bodies, which stain deeply especially at their circumference. These bodies are generally aggregated in small clusters, two or three such aggregations often being found in one papilla. These bodies agree very exactly with the blood corpuscles which are seen in sections of the blood vessels running in the mantle. In many cases I have been able to see that the cavity of the papillae is in communication with that of the blood vessels and in some sections I have seen a bundle of corpuscles lying half in the blood vessel and half in the lumen of the papilla, therefore I believe the bodies in the papillae to be simply blood corpuscles and that the lumen of the papillae are in direct communication with the blood system.

There has always existed a great deal of doubt as to the nature and function of the mantle papillae. Van Bemmelen has seen the bodies described lying in the papillae, and has come to the conclusion that they are the deeply stained nuclei of flat epithelial cells lining the cavities. It not difficult as far as Argiope is concerned, to demonstrate that this is not so. In this Brachiopod the papillae are unusually large; in longitudinal sections it is seen that the bodies are very irregularly scattered, sometimes the canal is choked with them, sometimes there is only one bundle which may lie at eather end or in the middle, in other cases there are none; in transverse section it is seen that the corpuscles lie in the centre and do not line the walls. Furthermore no trace of cells can be seen lining the canals (fig. 15 *mp*).

Hancock[1] has noticed the resemblance existing between these bodies and the blood corpuscles, but as he did not believe that the papillae possessed any respiratory functions, he concluded that the bodies

[1] On the organisation of the Brachiopoda. Phil. Trans. Vol. CXLVIII. Part II. 1858.

Digitized by Google

had nothing to do with blood corpuscles but performed some other function possibly a secretory one. This view that the papillae are not respiratory is, I believe, correct. The wall of the outer end, where the blood comes into closest contact with the external medium, is somewhat thickened, the papillae are everywhere covered by a thick layer of dense periostracum; they occur very uniformly distributed in both shells, being as numerous where one shell is lying imbedded in the object on which the Argiope rests, where no gaseous change could take place, as in the other free shell. These facts argue greatly against the view of respiration being carried on by the mantle papillae and to some extent support the view which I have adopted as regards these organs. I believe they exist for the purpose of conveying nutriment to the shell. It is not possible to see the blood flowing in these canals, but I believe it passes in and out, bringing nourishment to the organic network which surrounds every calcareous spicule, very much as the blood is forced in and withdrawn from the tentacles of Phoronis. By counting the number of papillae in a given area of young and old shells VAN BEMMELEN has shown that the growth of the shells does not take place by Intussusception, but the increase must occur at the edge. Thus the function of the old papillae is more closely connected with the nutrition than with the growth of the shell. But that this must be an important function is shown by the size of the shell, often many times the size of the body and by the proportion of the organic to the inorganic constituents.

One fact which seems at first opposed to this view, is that no papillae are found in the internal skeleton. But these are thin and delicate and, it is quite reasonable to suppose, may be nourished by the numerous blood vessels, running in the mantle which everywhere covers them. And in Argiope (Cistella) lutea, where the skeleton is probably much coarser, DALL states expressly that the internal skeleton is punctate.

The shell of Argiope can only be opened a very little way, without tearing the tissues of the body wall. When we open the shells wide, the body can be seen lying almost entirely in the dorsal shell and covered for the greater part by the lophophore. The posterior end of the intestine will probably be seen protruding through the torn body wall towards the ventral shell (fig. 11). The ovaries will be seen lying a pair in each shell, those of the dorsal shell, with some branches of the liver, are seen through the semi-transparent lophophore.

The lophophore lies entirely in the dorsal shell, it forms a great part of the body wall of the animal. The shape is an oval, the border running parallel with the margin of the shell, except at the anterior median

Digitized by Google

portion where there is a narrow deep indentation dividing the lophophore nearly into two equal halves; this is caused by the triangular septum mentioned above. These halves correspond with the two arms of other Brachiopods. The lophophore is attached anteriorly and anterio-laterally to the mantle lining the shell, postero-laterally it is attached to the free edge of the triangular plates; in the median posterior portion, it is continuous with the remaining body wall. In the median line it is attached on each side to the free edge of the septum. The lophophore carries round its margin a number of tentacles; the number increases with the age, but is usually from 70 to 100. Within the bases of the tentacles, a lip runs entirely round the lophophore, forming a groove (figs. 2 and 15); the mouth lies in the posterior median portion of this groove. The remainder of the lophophore is composed of a membrane which covers some of the viscera; the centre of each half of this membrane is rather thickened and presents in the fresh state an ill defined whitish patch. The tentacles usually lie pointing towards the centre of each half, but they are often curved and sometimes coiled like a cork-screw. I have never seen the tentacles protruded through the open shell in the natural state, but when the animal is killed by immersion in weak acetic acid, it always protrudes its tentacles. On the lophophore of one Argiope, I found a semi-parasitic Copepod which Dr. GIESBRECHT informs me, belongs to an entirely new genus which has affinities with the Lichomolgidae.

The shape of the body cavity is very complicated; at the posterior end it is nearly square, more anteriorly invaginations at the side take place to form the brood pouches, these gradually become deeper, and the posterior part of the lophophore appears in the dorsal wall of the pouch (fig. 7). Finally the pouches meet in the median line and then we have two portions of the body cavity, one lying in the ventral shell, which is soon obliterated by the fusion of its walls; the other lying in the dorsal shell. This is enclosed on one side by the lining of the shell, on the other by the lophophore; it soon becomes divided into two lateral halves by the appearance of the triangular septum (fig. 3).

Around the edge of the lophophore between the base of the tentacles and the origin of the lip, there runs a canal in the substance of the lophophore (figs. 2 and 15 *ca*). This is larger at its outer end but disappears in the centre by the fusion of the inner wall to the outer. In the posterior median line this inner wall passes in on each side to form one of the mesenteries supporting the alimentary canal. Thus the cavity in the lophophore communicates with part of the body cavity. From

Digitized by Google

the peripheral canal a branch passes off into each tentacle. The mass of the lophophore consists of a homogeneous, clear, supporting substance which is also found greatly developed in the stalk, at the origin and insertion of the muscles, and in other parts of the body wall. A few granular cells are found in this substance. The membrane which is formed of this homogeneous material is covered within and without by a layer of flat epithelium cells. Fig. 13 represents a transverse section through a tentacle and fig. 15 a longitudinal section through the base of another, showing the ciliated groove, formed by the lip and the tentacle, and the attachment of the lophophore to the mantle. From these figures it is seen that the greater part of the tubular tentacle is composed of the homogeneous supporting substance; lining this internally is a layer of flat epithelium cells. In the canal a number of muscular fibres (fig. 13 and 15 *mf*) are seen in section, these lie chiefly on that side of the tube which is nearest the centre of the lophophore. The supporting substance is covered outside also with a layer of epithelium which on one side is flat and non-ciliated, on the other three sides very high and ciliated. These latter sides are the inner and the two lateral. At the base of the tentacles on the inner side the columnar epithelium becomes very high and then becomes very low again, thus an epithelium cushion is formed, which is continuous all round the ciliated groove on the outer side. The remaining epithelium of the groove is cubical and ciliated except just at the edge of the lip where again it becomes very high. The other side of the lip is covered with non-ciliated cubical cells which gradually pass into the flat epithelium covering the disk of the lophophore. In the living animal the cilia can easily be seen in motion; those at the base between each tentacle are particularly large and powerful. It will be seen that this arrangement of cilia is adapted to bring any floating particles of food into the ciliated groove and when once there, they are no doubt driven by the action of the cilia towards the mouth, which as is stated above opens into this groove. I have been unable to detect any blood corpuscles in the tentacles, and I believe the sole function of the lophophore is to set up a stream by means of its cilia, and so to bring diatoms and other articles of food to the mouth, and that it has no respiratory function whatever. Indeed it is difficult to imagine how an interchange of gas could take place through the thick, dense layer of supporting substance.

The protrusion of the tentacles is probably brought about by forcing in a perivisceral fluid, but their retraction and coiling movements are probably occasioned by the muscular fibres which lie in their interior.

Digitized by Google

The mouth is a transverse slit in the median posterior part of the ciliated groove; it leads into a somewhat narrow oesophagus which lies against the posterior curved border of the triangular septum (fig. 1). At the bottom of this border, the oesophagus turns toward the posterior end of the animal and immediately enlarges into the stomach. This is globular in shape and receives upon each side the opening of the liver (fig. 5). The stomach narrows posteriorly and passes into a conical intestine which bends towards the ventral shell between the two brood pouches and ends between the occlusor muscles. There is no anus. The walls of the alimentary canal are of nearly the same thickness throughout, being only a little thinner in the stomach and a little thicker in the posterior part of the intestine where the lumen begins to disappear. They are lined throughout by cilia, continuous with those of the ciliated groove. On the outside the alimentary canal is enclosed by a membraneous sheath which is prolonged into numerous strands and mesenteries; these pass into the body wall lining the shell and serve to support the structure. Within this sheath is a basement membrane and within this a thick layer which stains deeply and appears to be composed of muscular fibres. The inside is lined by very high epithelium cells which bear the cilia.

The inner coat of the oesophagus and stomach is sometimes broken up into broad ridges, by narrow depressions, but this is not always the case.

The alimentary canal is connected with the posterior ridge of the septum and with the dorsal shell by a number of connective tissue strands. Similar strands are also found on the ventral side of the canal; these unite to form a double mesentery which passes from the canal to the body wall. More posteriorly the double mesentery fuses to form a single band which lies in the median line and is at first connected with the body wall behind the sub-oesophageal nerve ganglion, but afterwards it unites with that part which covers the median ridge of the ventral shell (fig. 6 and 7 *m*). This corresponds with the mesentery of HUXLEY. In the anterior part where the mesentery is double, each sheet is continuous with the inner wall of the lophophore, so that the cavity of the lophophore opens into that part of the body cavity which lies between these two membranes. The other mesentery serving to support the intestine corresponds with HUXLEY'S gastro-parietal band. It stretches from the line where the lophophore fuses with the mantle, to the side of the intestine, dividing the body cavity into two parts. In the half next the shell, the ova and part of the occlusor muscles lie, in the other the branches of the liver (fig. 6 *gp*).

Anteriorly this mesentery splits into two layers, one passing to fuse

Digitized by Google

with the body wall between the occlusor muscles and the ovary, the other to the outside of the ovary which thus lies between the two layers. It does not extend farther anteriorly than the stomach, being stopped by the liver, or very far posteriorly, where it forms a curve to allow the tendons of the occlusor muscles to pass to the ventral shell. The ileo-parietal band of HUXLEY is but very slightly represented in Argiope and can hardly be considered to afford any support to the intestine. It lies in the same plane as the gastro-parietal and is seen in fig. 8 where the inner lip of the opening of the segmental organ is seen to be connected with the wall of the intestine. Besides the mesenteries which are named there are numerous irregular connective tissue strands which serve to connect the alimentary canal with the walls of the body. In their minute structure the mesenteries consist of a median layer of homogeneous substance coated upon each side by flat cells whose nuclei stain deeply.

The liver consists of two branched glands lying one on each side of the alimentary canal, in that part of the body cavity which is enclosed on one side by the lophophore, on the other side by the dorsal shell anteriorly, and by the gastro-parietal band posteriorly (fig. 3 to 6 *li*). It is visible in the fresh state through the lophophore, the branches are thick, rounded at their ends, and not more than six or seven in number; they lie nearly all in one plane. The greater part of the liver lies in front of the mouth. The stem of the liver is thick with a broad lumen; it opens on each side into the stomach by a wide mouth. The lumen is continued until the end of each branch. The secreting surface of the tubules is increased by their inner walls being raised into a number of wedge-shaped ridges, so that in transverse sections the lumen has the form of a star. The cells lining the tubules are often very much vacuolated, and their nuclei lie in their outer ends; in the fresh state they have a brown color. The secretion they form is thrown out into the lumen which in many cases is quite full of it.

Like other recent observors, I have been unable to find any thing corresponding to a central circulatory organ, or to the system of arteries and »accessory pulsatile organs« described by HANCOCK. The blood is contained in a number of vessels which run irregularly in the tissues of the body, but which chiefly lie in the mantle and that part of the body wall lining the shell. It is not possible to make out very distinct walls to these vessels, which appear to be mere slits in the tissue; they communicate, as was mentioned above, with the papillae of the shell, and are especially numerous at the posterior end of the ventral shell, and in the angle formed by the posterior border of the triangular septum and

Digitized by Google

the dorsal shell. The blood corpuscles are large in comparison with the other cells of Argiope, which like all Brachiopod cells are extremely small. They stain deeply at their circumference and appear to possess no nuclei, and usually lie together in small clusters. Although owing to the presence of the shell it is impossible to observe the blood circulating, we must conclude that it does so by the contractility of the vessels, since there is no central propelling organ.

I have mentioned above the arguments which exist against the view that the function of respiration is carried on either by the tentacles of the lophophore, or by the papillae of the shell. I believe that respiration takes place in the mantle lining the shell, especially the perforate shell where a large area is constantly exposed to the currents of water which are set up by the action of the ciliated tentacles. The mantle is penetrated by a network of vessels, in which the blood is separated only by a very delicate sheet of tissue from the water, and I believe there cannot be much doubt that the amount of oxygen required by such a very inactive animal as Argiope can thus be easily obtained. This view is also supported by the fact that in Lingula respiration is carried on by the inner lining of the mantle which bears the well known respiratory ampullae.

The muscles of Argiope consist of four pairs; of these two pairs are connected with the movement of the shell upon the stalk, the other two with closing and opening the shell. Each of these last is composed of two parts and is usually considered to represent two distinct muscles, thus making the number six, which number was described by HANCOCK as typical of the Testicardinate Brachiopods. In describing the muscles I have adopted the nomenclature proposed by HANCOCK. Of the two pairs of adjustors which are both inserted into the peduncle, one pairs arises from each shell (fig. 12 *d.ad.* and *v.ad.*). The pair arising from the dorsal shell has its origin opposite the commencement of the intestine, and the muscles of this pair are close to each other, one on each side of the median line; they pass down and are inserted by a tendinous cord which passes directly into the substance of the stalk. The adjustors of the other shell have their point of origin a little nearer the posterior border of the shell and arca rather larger, they also are inserted into the stalk in a similar manner. The principal function of these muscles is without doubt to raise and lower the animal upon its stalk. HANCOCK suggests that they also serve to rotate the animal by the muscles of each side alternately contracting, but as the origins of the muscles are so close to one another and also their insertions, and as the muscles are parallel, I do not think this suggestion very pro-

Digitized by Google

bable, as far as Argiope is concerned. The occlusor muscles have two points of origin upon each side of the median line of the dorsal shell, one in front of the other. They correspond with the two parts of the muscle which were termed by HANCOCK the occlusor anterior and posterior. Their origin is external to that of the adjustor muscles, and their anterior limit passes far into the two anterior lateral divisions of the body cavity formed by the septum (fig. 12 *oc.m.*). The muscles of each side which are at first quite distinct soon unite into a common tendon which takes an obliquely downward direction, passing close under the central nervous system; and here it is connected with the homogeneous substance supporting the chief ganglion on each side of the oesophagus, and is inserted by an expanded extremity in the ventral shell just to one side of the median ridge. The insertion is a little anterior to the posterior limit of the intestine which lies between the two tendons. The division into two parts, of the divaricators, is much less marked than is the case with the occlusors. These muscles arise, one upon each side of the median line in the posterior part of the ventral shell, a little behind the insertion of the occlusors, they pass straight across and their tendons are inserted into the most posterior part of the dorsal valve in the middle line (fig. 12 *d.m*). The axis upon which the shell turns passes through the teeth and sockets mentioned in the description of the shell, and this lies in front of the insertion of the divaricator muscles; hence a contraction of these muscles has the effect of opening the shell.

In Argiope all the muscles are unstriated. The fibres are somewhat flattened or oval in transverse section; they are quite free from each other; there appears to be no interfibrillar substance; and they stretch the whole length from their origin till they fuse with the tendon. A transverse section through their point of origin shews that the fibres arise in regular rows, the long diameter of the section of each fibre in one row making an obtuse angle with that of the neighbouring fibre in the next row. An oval nucleus lies upon some part of the length of each fibre. At the point where the muscle arises from the shell there seems to be a special development of the homogeneous supporting substance mentioned in the description of the lophophore. The muscle fibres after a longer or shorter course all pass into a tendon, which in the fresh state is white and glistening. In section the tendons appear homogeneous or faintly striated in the longitudinal direction; they either end in the stalk which is composed of a similar tissue, or in the homogeneous supporting substance which is developed at some places in the body wall, and which histologically very much resembles the tendon.

Digitized by Google

HANCOCK in his great work on the Brachiopoda states that all the muscles are unstriated with the exception of the posterior Occlusor, which is striated. This is confirmed by VAN BEMMELEN who suggests that in this arrangement of a muscle with a double origin (the fibres of one part being striated, and of the other unstriated) and a single insertion, we find a provision for the voluntary and involuntary closure of the shell. In Argiope I can see no trace of striation in the posterior half of the Occlusor muscle which exactly resembles the remaining muscles.

The peduncle of Argiope appears to be an unusually large development of the homogeneous supporting substance which occurs so frequently in the body of Brachiopoda. It is in close organic connection with both shells (fig. 1 *P*) and its free end is very irregular, being produced into papillae, which enter any depressions occurring on the rock upon which the animal lives. Externally it is coated by a layer of cuticle, within this is a layer of cells, the epidermis. The remainder of the peduncle consists of the homogeneous basement which stains well, and which contains three different elements. The first of these are a number of branched, granular, nucleated cells whose branches form a network in which the supporting substance lies. The second consists of numerous fibres which take a longitudinal course in the centre of the stalk; their lower end is very fine, and is often crumpled as if the stalk had shortened. The remaining structures met with in the stalk consist of some very peculiar oval bodies, these seem to be crammed with round cells somewhat resembling the blood corpuscles. These bodies are often connected with the lower end of a fibre. They are irregularly distributed but occur chiefly near the circumference. It is possible that they are connected with the secretion of the cement which glues the Argiope to its support.

Owing to the small size of Argiope, it is impossible to dissect out the nervous system, so I have been obliged to study it solely by means of sections. The central nervous ganglion is sub-oesophageal and lies in the epidermis. It is situated in that part of the body wall which lies immediately posterior to the base of the tentacles which overhang the mouth (fig. 1 *sg*) just where the body wall turns forward to form the mantle lining the ventral shell. The ganglion consists of two parts. The anterior is a well marked elevation, formed by a ridge of the homogeneous supporting substance, so often mentioned, which is covered by a layer of nervous cells and fibres. The posterior is simply a narrow band of nervous tissue, not very conspicuous. The ganglion extends the whole breadth of the body wall, which in this situation is not very great, having

Digitized by Google

been reduced by the lateral invaginations which form the brood pouches. The posterior band of nervous cells gives off a branch on each side which passes to supply the occlusor muscles, entering them where their tendon has fused with the supporting substance beneath the ganglion; it also gives off laterally two branches which pass to the mantle of the ventral shell. The main ganglion gives off two branches which enter the lophophore, one on each side, and which, I believe, run entirely round the edge of the lophophore beneath the ciliated epithelium cushion at the base of the tentacles, thus forming a circum-oesophageal ring. At each end the principal ganglion divides into two branches; one of these passes backward in the body wall in the line of attachment of the gastro-parietal band into which some small branches pass. The other branch circumscribes the oesophagus, the nerves being imbedded in the supporting substance of the lophophore, above the oesophagus they come to the surface again and enter an elongated ganglion which lies in the ectoderm just anterior to the base of the lip which overshadows the mouth. This ganglion is very small in comparison with the sub-oesophageal.

The ganglion consists chiefly of unipolar ganglion cells whose processes pass into the long fine fibres which compose the nerves.

The nerve cells lie upon a thick cushion of supporting substance and the nerves are very usually imbedded in the same tissue.

Van Bemmelen also describes a nerve which coming from the supra-oesophageal ganglion, also supplies the lophophore. I have not been able to find this branch in Argiope.

Although I have not been so fortunate as to find a male Argiope, yet I have no doubt that this genus like the other members of its class which have been described, is dioecious. In those Argiopes which I have examined, I find no trace of a testis, and in the allied genera Thecidium, Lacaze-Duthiers[1] describes the male genital gland in a position similar to that occupied by the ovary in Argiope, and I have myself seen the testes of Megerlea in the same position.

The ovaries of Argiope are of a bright brick red color resembling the red rays on the shell of Argiope cuneata. There are found two lying in the body cavity of the dorsal shell and two in that part of the body cavity which is produced into the mantle lining the ventral shell. The latter pair are not always developed in Argiope neapolitana. The ovaries of the dorsal shell are at their anterior end enclosed on one side by the body wall lining the shell and on the other by a mesentery which is

[1] Histoire de la Thécidie. Annales des Sciences Naturelles. 4me Sér. T. XV. 1861.

Digitized by Google

attached at both ends to the body wall (fig. 4 *ov*), but a little below the origin of the adjustor muscles and the entrance of the liver into the stomach; this membrane becomes broader, its inner end becomes attached to the lateral walls of the stomach, its outer to the line of attachment of the lophophore and thus it forms the gastro-parietal band. This as was mentioned above divides the body cavity into two halves, in the ventral half the liver lies, in the other the ovaries and the greater part of the muscles. The two halves communicate below. The ovaries of the ventral shell lie, one in each half of the body cavity, which is here divided into two lateral portions by the presence of the median ridge spoken of in the description of the shell. These parts of the body cavity communicate with each other and with the remainder, at the posterior extremity.

Each ovary appears to be formed of a membrane continuous with the body wall; this bears on each side a number of ova which vary greatly in size. The membrane is covered with epithelium continuous with that of the body cavity, except where the ova occur and these seem to be as VAN BEMMELEN suggests modified epithelium cells. Each ovum is surrounded by a very delicate capsule in which nuclei occur. At the most anterior end the ova are very small, but gradually become larger as they approach the posterior; they are usually more or less round unless they exist in great numbers when they become angular by mutual pressure. They are very granular and stain well except the nucleus which only stains faintly or not at all, the nucleolus again staining deeply. Both these structures are very large, the nucleolus being sometimes of such a size that the nucleus assumes the shape of a new moon.

When the eggs are ripe they drop off into the body cavity, the capsule apparently bursting. In the body cavity they are taken up by the inner end of the oviduct and thus pass into the brood pouch.

The oviducts open internally by a funnel shaped mouth which looks towards the dorsal shell (fig. 8 *od*). The outer lip of the mouth is continuous with that part of the body wall which forms the inner boundary of the brood pouch, the inner lip is bent towards the middle line and is continuous with a connective tissue band which passes to support the posterior end of the intestine. This represents the ileo-parietal band of HUXLEY; it is very slight. The oviduct then runs round the ventral wall of the brood pouch and opens into this pouch by a small mouth close under the posterior border of the lophophore.

The walls of the oviducts consist of a connective tissue basement, lined by glandular cells which contain brown concretions; hence it is very probable that they act as secretory organs in addition to their

Digitized by Google

function of discharging the eggs. The lining layer of cells is ciliated. The cilia of the funnel take up the eggs which also pass along the oviducts by the action of cilia and then enter the brood pouch where the early stages of their development up to the formation of the free swimming larva take place.

The brood pouches (figs. 2, 7, and 8, *bd*, *p*) are invaginations of the lateral body wall; they lie behind the posterior border of the lophophore. A similar pouch, in which the eggs undergo their early development, is described by LACAZE-DUTHIERS in Thecidium, but here it is median and unpaired.

MORSE[1] has described in Terebratulina the escape of the egg from the mother, but he is not certain whether fertilization takes place before or after this occurrence. In Argiope it must of course take place while the egg is still connected with the mother, but it is doubtful whether in the brood pouch or in the body cavity, but the facts that the outer opening of the oviduct is very small and that the cilia work outwards, point to the former place. Brachiopods generally live together in colonies and the spermatozoa are probably discharged by the male into the water, and some of them reach the female in the streams of water set up by the ciliated tentacles.

When taken out of the brood pouch the eggs and young embryoes only live a few hours, so that one's observations were necessarily confined to these stages which were existing in the Argiope at the time the shell was opened. To render these observations complete required a greater quantity of material than was at my disposal.

Like KOWALEVSKY[2], I have unfortunately not succeeded in seeing the segmentation of the egg, however once I found two ova which had divided into two segments, and one of the cells of one of them showed traces of a secondary division (figs. 21 and 22). The next stage consisted of a blastosphere; the cells here like those of the egg and of the embryoes are crowded with granules, of a deep brick red color and very small. These characters render it very difficult to observe the outlines of the cells or their nuclei.

The cells at first are very cylindrical and the segmentation cavity consequently small, but when the blastosphere is mounted in glycerine,

---

[1] Embryology of Terebratulina. Memoirs of the Boston Society of Natural History. Vol. II.

[2] Observations on the Development of Brachiopoda. Moscow 1874. — Also: Observations sur le Développement des Brachiopodes. Analyse par M. M. OEHLERT et DENIKER. Archives de Zoologie Expérimentale et Générale. 2me Sér. Tome I.

Digitized by Google

the cells become flatter with a better defined outline, and soon they break from one another and then have an oval form with a large nucleus (fig. 23).

The blastosphere becomes slightly flattened at one pole and here an invagination takes place (fig. 24). The invaginated layer forms three cavities, namely in the centre the mesenteron, and two lateral cavities which form the future body cavity. The cavity of the mesenteron is small and that of the body is very small. The blastopore closes, it is nearer the anterior than the posterior end of the embryo, but whether dorsal or ventral, I could not determine. The three cavities formed by the invaginated layer at first communicate at the end near the blastopore, they subsequently become shut off from one another. The central cavity forms the alimentary canal; throughout the larval life it is without a mouth or anus. The walls of the two lateral cavities form the muscles and other mesoblastic structures; the splanchnic and somatic walls are frequently in contact so that the body cavity is obliterated in many places, the latter does not become spacious till the adult condition is attained. The mesentery is formed by the approximation of the mesoblastic walls, before and behind the digestive tube; in the latter situation it must be subsequently absorbed as it is not present in the adult Argiope, although a dorsal mesentery is found in Waldheimia and Rhynchonella.

While these internal changes have been going on the embryo has divided into two segments. The anterior is connected with the walls of the brood pouch by a fine filament, and it remains so until the free swimming larva is ready to leave the mother (fig. 25).

Soon after the appearance of two segments, the anterior is again transversely constricted, and the larva now consists of three segments, the posterior being somewhat longer and narrower than the other two (figs. 26). About the same time four eye-spots appear on the anterior segment, these are minute aggregations of cells of a deep red color; the pigment spots are symmetrically arranged. The number is typically four, but in rare cases six eye-spots are present. Soon after the first appearance of the second segment, four bundles of small bristles appear on its edge.

Fig. 33 represents a longitudinal section through a larva shortly after the appearance of the second segment. It will be seen that this second segment is produced by a fold of the epiblast which extends round the whole larva; this contains near its edge a small spherical collection of mesoblast cells, which secrete the setae. This fold of epiblast soon commences to grow down over the posterior segment, it con-

Digitized by Google

sists of two layers of epiblast which are in contact except just at the edge where in four places of the circumference they are separated by the collection of cells secreting the setae. The outer layer of the fold consists of flat epithelial cells, the inner like the cells covering the third segment, of columnar cells (figs. 34 and 35). The alimentary canal extends through all three segments, the mesoblast lies between this canal and the epiblast, in many places its walls are in contact, but at the posterior end a small part of the body cavity is seen (fig. 33 *bc*). On the dorsal side the alimentary canal lies directly against the epiblast, the mesoblast has not yet grown in between them (fig. 34). This larva gradually becomes the free swimming »umbrella« larva by the following changes: the anterior segment becomes more and more constricted off from the remainder of the body, till it is only connected by a comparatively fine stalk; this gives it great freedom of movement. Its shape also alters considerably, assuming the shape of umbrella and is covered all over with very fine cilia; round the edge it bears a row of very large, powerful cilia which until the animal begins its free swimming existence, lie against the upper side of the head (fig. 29 and 30). The four eye-spots lie on the anterior end, those on the ventral side being slightly more posterior and slightly farther apart than the two others. The part of this segment bearing the eye-spots appears to correspond with the anterior segment of Thecidium as described by Lacaze-Duthiers. The folds which are formed by the second »segment« grow down over the third, until the latter is almost completely enclosed. Upon one side, which is, I believe, the ventral, the fold comes further than on the other sides and laterally it does not come quite so far as in front or behind. Thus the edge of the fold forms two bays laterally upon the sides of which the setae are carried. The setae have by this time grown to such a length, that when they lie in their natural position, pointing towards the axis of the larva, they completely cover in the posterior end of the third »segment«. They are pointed and each bundle has from fifteen to twenty setae (figs. 28 to 30).

That portion of the third segment which is uncovered by the fold of the second, now becomes marked off by a constriction, and soon within the epiblastic layer of cells, a small mass of the homogeneous supporting substance begins to appear (fig. 28 and 35 *IV*). This will form the stalk of the adult animal. Kowalevsky has figured the posterior »segment« as coated with cilia, I have not been able to see these.

The internal changes consist of the formation of two lateral bundles of muscle fibres at the expense of the mesoblastic cells (figs. 34 and

Digitized by Google

35 *mf*), these run from the small mass of homogeneous substance at the posterior end of the larva to the origin of the fold; some fibres also pass down between the two layers of the fold and are inserted into the oval mass of cells which secrete the setae. These muscles probably become the adjustors of the adult.

In the head segment, into which the alimentary canal extends but a very slight distance, there is a small clump of cells, without the large granules characteristic of the other cells; this may possibly be a nerve ganglion (fig. 35 *l*, *g*).

When the larva has reached the stage just described, the filament connecting it with the walls of the brood pouch breaks, and the larva escapes from the shell of the mother. In the water it swims rapidly to and fro, by the aid of the cilia, especially those long ones upon the edge of the anterior segment, sometimes it stops and revolves rapidly on its long axis. Frequently it stands on its head for a considerable length of time. It is extremely contractile and seldom retains the same shape for any length of time; its head segment is turned rapidly from side to side, and on approaching any object, the body is often much shortened and the setae are protruded in every direction. The length of the free swimming larva fully extended is about $^1/_3$ mm, though it frequently contracts to $^2/_3$ of this.

The setae have probably a defensive function; the color is also probably protective; when the larvae are fixed upon a piece of red coralline upon which they usually come to rest, it is very difficult to distinguish them.

After swimming about for a few hours the larva fixes itself on a piece of rock or some other object, by means of a secretion apparently supplied by the posterior segment.

I have not been able to follow the metamorphosis of the larva into the adult; the following description is taken from KOWALEVSKY's article mentioned above.

When the larva is fixed, the fold which previously covered the third »segment« gradually turns forward and grows over the head »segment«: so that the columnar cells previously inside become the outer layer. This fold forms the mantle and it begins to secrete the shell. The head becomes spherical, and the eyes persist. The digestive canal becomes round and is produced into the head segment, this part probably forming the oesophagus. The lophophore begins to appear as four projections directed inwards, on a thickening of the dorsal lobe of the mantle near its border. This thickening soon takes the form of a ridge;

Digitized by Google

the number of tentacles gradually increase to ten. The setae drop off though in some cases they disappear before this stage is reached. The youngest Argiope I have seen is represented in fig. 31. Here the number of tentacles has increased to twelve, the head »segment« has disappeared and with it the eyespots, two lateral diverticula of the stomach have appeared to form the liver, the body cavity is still entirely filled up by the viscera, the shells have already attained a considerable size and are pierced by about twenty canals. The lophophore has still the form of a complete circle, the median indentation has not yet appeared, the tentacles all point to the centre of the circle. The mouth appears by an invagination. The later stages are unimportant.

From this description it will be seen that there is in Argiope no median dorsal tentacle such as BROOKS[1] has described in the Development of Lingula.

Since the view that Brachiopoda must be classed with Molluscs, has been abandoned we have had four views put forward upon the affinities of this class. MORSE[2] and KOWALEVSKY have independantly maintained that Brachiopoda form an order of Vermes closely allied to the Chaetopoda. BROOKS has adopted the view which was put forward by HUXLEY and HANCOCK of the relation between Brachiopoda and Polyzoa, and he considers the latter to possess points of resemblance with the Veliger larva of Molluscs. VAN BEMMELEN has urged, partly upon histological grounds their relationship with Chaetognatha. Finally CALDWELL[3] in a very suggestive paper appears to class Polyzoa and Brachiopoda with Phoronis, and he publishes two diagrams which represent the body plan of these three forms.

MORSE has given in parallel columns a list of the resemblances existing between Brachiopods and Chaetopods, but as BROOKS has already pointed out, many of these points of resemblance are superficial while the remainder apply equally to other classes such as Molluscs, Echinoderms, Ascidians.

KOWALEVSKY's chief arguments for placing Brachiopoda among the Vermes, is the so-called segmentation of the larva, and the presence

---

[1] On the Development of Lingula. Chesapeake Zoological Laboratory. Scientific Results of the Session 1878. Baltimore. — Also: Archives de Zoologie Expérimentale et Générale. T. VIII. 1879—1880.

[2] On the systematic Position of the Brachiopoda. Boston 1873.

[3] Preliminary Note on the Structure, Development, and Affinities of Phoronis. Proc. of the Royal Society. 1882.

Digitized by Google

of setae. I do not consider the »segments« of the larva to have the value of true metameres, they are simply the result of the formation of the shell from the central region of the body, thus necessarily dividing the body into three parts, viz., one lying before the shell-forming region. the shell-forming region itself, and a third part posterior to it. In the larva there is no trace of segmentation of the mesoderm, and none of the organs shew the least trace of serial repetition; and with the exception of the second pair of oviducts in Rhynchonella there is no trace of segmentation in any adult Brachiopod. BALFOUR has already pointed out that the formation of the segments at the cephalic end of the body. as in Cestodes »renders it probable that they are not identical with the segments of a Chaetopod«. The larva differs from the characteristic Chaetopod larva in the following particulars. 1) The alimentary canal is not curved, nor divided into three regions, neither mouth nor anus is present; 2) the body cavity is but very slightly developed, it is not traversed by muscular strands, there is no connection between the nerve ganglion and the alimentary canal; 3) there is no provisional renal organ.

Finally as is shewn in fig. 35 we must consider the full grown larva of Argiope to consist of four regions and not of three like the larva of a Chaetopod, and these four regions do not correspond with the four described by LACAZE-DUTHIERS in the larval Thecidium.

In the adult structure there is no resemblance in any system of organs between the two classes except the possession of setae, but these structures are not confined exclusively to the two classes in question.

BROOKS in his article upon the development of Lingula, has upheld the relationship between Brachiopoda and Polyzoa, which was urged by both HUXLEY und HANCOCK.

The most striking points of resemblance in the adult anatomy are the position of the chief nervous system and the possession of a lophophore. With regard to the first point, the nervous system of both classes consists like that of the majority of Invertebrates of a circum-oesophageal nerve ring upon which nerve ganglia are developed, the point of resemblance lying in the fact that the sub-oesophageal ganglion of Brachiopods is larger than the supra-oesophageal, while in the Polyzoa the latter is not developed or only to a very slight extent. The characteristic position of the chief nerve ganglia of Brachiopoda which remain in the ectoderm has no parallel in Polyzoa.

BALFOUR has in his Comparative Embryology already pointed out that the homology of the lophophores »is rendered very doubtful (1) by

Digitized by Google

the fact that the lophophore is prae-oral in Polyzoa and post-oral in Brachiopoda; and (2) by the fact that the concave side of the lophophore is turned in nearly opposite directions in the two forms«. The abstractors of KOWALEVSKY's article in the Archives de Zoologie are at some pains to show that BALFOUR's statement concerning the situation of the lophophore is incorrect. BALFOUR surmises that the ring of tentacles forming the lophophore »is possibly derived from the ciliated ring« of the larva, since he considers that the origin as stated KOWALEVSKY« does not fit in with the adult anatomy of the parts. It is difficult to understand how the lophophore does grow down over the body, but KOWALEVSKY's observation on the Testicardines are in a measure supported by those of BROOKS upon Lingula, who states that in a stage with eleven tentacles the plane of the lophophore is still almost parallel with that of the mantle lobes. BALFOUR acting upon his supposition states that the lophophore is post-oral, and although his idea as to the origin is incorrect still the lophophore remains a post-oral structure in as much as it is derived from a part of the body which is developed behind the mouth, although it subsequently turns forward.

With regard to the larval resemblances, there seem to be no points in common between the two classes, which they do not also possess in common with some other groups.

If we compare a free swimming Brachiopod larva with a free swimming Polyzoon larva, such as HATSCHEK has figured in his development of Pedicellina, which is probably more primitive than that of an Ectoproctous form, we see that almost the only point of resemblance is the ciliated ring which occurs so widely amongst free swimming larvae. While the organs in which the respective larvae differ are numerous and striking, in one case the alimentary canal is curved and provided with mouth and anus which both open within the ciliated ring, in the other case it is straight without mouth or anus; again in the Polyzoon larva there is a well developed pair of excretory organs, in the Brachiopod there are none; then there is the hypothetical »dorsal organ« which HATSCHEK suggests is a bud, and which has no parallel in the Brachiopod larva; finally the Polyzoon larvae become fixed by their prae-oral extremity, the Brachiopods by their aboral extremity [1].

VAN BEMMELEN who is the first observer to study the structure of Brachiopods by modern methods, and whose article has been so fre-

[1] J. BARROIS. Métamorphoses des Bryozoaires. Annales des Sciences Naturelles, Zoologie. T. IX. 1879—80.

Digitized by Google

quently quoted above, begins his comparison between Brachiopoda and Chaetognatha with an enumeration of the histological resemblances. These have I believe but a very secondary classificatory value unless taken in conjunction with other morphological resemblances, and these are not very striking. The formation of the mesoblast is the same, but a similar formation of the middle layer is found in such diverse groups as Echinodermata, Enteropneusta, Chordata, and probably also in Peripatus.

The comparison between the three divisions of a Sagitta and the three divisions of a larval Brachiopod does not hold, since as was pointed out above, the larva really consists of four segments. VAN BEMMELEN states that this segmentation is indicated in the adult, by the gastro- and ileo-parietal bands, which are to be regarded as dissepiments; but this cannot be so, since these mesenteries are parallel with the anterio-posterior axes of the body and intestine and not transverse to them. The comparison between the vasa deferentia and the segmental organs is a just one, but segmental organs of fundamentally the same type are very widely distributed throughout the animal kingdom. The same arguments apply to the dorsal and ventral mesentery, and to the nervous system which in both classes consists of a circum-oesophageal nerve ring bearing a supra- and sub-oesophageal ganglion with two large nerves springing from the latter.

Finally in Sagitta we find no representatives of the lophophore, shell, or stalk, which structures are all eminently characteristic of the Brachiopoda.

Recently CALDWELL has in a Preliminary Note on Phoronis urged »an entirely new view of the homologies of the body surfaces« in Brachiopoda. It is of course impossible to criticize this view fully, until the complete paper appears; at the same time I should like to point out that the facts mentioned above do not warrant the statements that »Brachiopoda are fixed by their ventral surface« and that »both valves of the shell are ventral«. These views of the body surfaces seem to be founded more upon a comparison instituted between Brachiopoda and Phoronis, than upon direct observation of the development of the former group. Furthermore in the Brachiopods that I have examined, I have found no trace of the persistance of the prae-oral lobe in the form of a epistome. The prae-oral lobe appears to disappear utterly. Finally the internal opening of the segmental organ lies upon the other side of the lateral mesentery *lm* in CALDWELL's diagram B.

In conclusion, I would say, that I do not consider the Brachiopoda

Digitized by Google

and Polyzoa so closely united as to form a natural phylum. I should propose to follow GEGENBAUR in making a primary class of the Brachiopoda, and though in their development and adult structure they are widely separated from both Vermes and Mollusca, of the two classes I would place them nearer to the former class than to the latter.

Naples, July 1883.

Description of Plates 39 and 40.

alc Alimentary Canal.
bc Body cavity.
bdp Brood pouch.
br Bristles.
brc Bristle-forming cells.
bv Blood vessel.
ca Canal running round the edge of the lophophore.
cu Cuticle.
dad Dorsal adjustor muscle.
dm Divaricator muscle.
ds Dorsal shell.
e Eye spots.
em Embryo.
ep Epiblast.
gp Gastroparietal band.
hy Hypoblast.
in Intestine.
l Lip of lophophore.
lg Larval ganglion.
li Liver.
lo Lophophore.
m Mesentery.
mf Muscle fibres.
mo Mouth.
mp Mantle papilla.
ms Mesoderm.
ocm Occlusor muscle.
od Oviduct.
oe Oesophagus.
ov Ovary.
P Peduncle.
sg Sub-oesophageal ganglion.
sk Skeleton supporting the lophophore.
sm Septum.

Digitized by Google

st Stomach.
sta Stalk connecting embryo with walls of brood pouch.
t Tentacle.
tr Triangular area.
vad Ventral adjustor muscle.
vr Ventral ridge.
vs Ventral shell.
I First larval segment.
II Second larval segment.
III Third larval segment.
IV Fourth larval segment.

Fig. 1. A longitudinal median section through Argiope neapolitana, showing the form of the alimentary canal and its relation to the dorsal shell and septum. The peduncle and the sub-oesophageal ganglion are also shown. In this figure only the cuticle is drawn.

Fig. 2. A longitudinal section of A. neapolitana ta ken about a quarter of the breadth from the side. This shows the attachment of the lophophore to the dorsal shell and to the internal skeleton, also the lateral invagination to form the brood pouch. The gastro-parietal band, the ovary, the occlusor and ventral adjustor muscles, and some branches of the liver are also seen. ZEISS a. a. Camera lucida.

Fig. 3. A transverse section of A. neapolitana near the anterior end. This shows the two dorsal extensions of the body cavity separated by the dorsal septum, containing some branches of the liver. ZEISS a a. Cam. luc.

Fig. 4. A transverse section of the same, just behind the posterior border of of the septum, showing the oesophagus, liver and dorsal ovaries. The body cavity of the ventral shell is just commencing to appear, it contains the ventral adjustor muscle. ZEISS a a. Cam. luc.

Fig. 5. A transverse section of the same, more posterior. Here the entrance of the liver into the stomach is seen, and the strands connecting the alimentary canal with the ventral body wall; these fuse more posteriorly to form the mesentery. ZEISS a a. Cam. luc.

Fig. 6. A transverse section more posterior. Here the gastro-parietal band is seen, also the ovaries in the body cavity of the ventral shell. ZEISS a a. Cam. luc.

Fig. 7. This section still more posterior is cut slightly obliquely. It shows the lateral invaginations to form the brood pouch. On the left side, the body cavity of each shell is continuous, on the right, it is shut off by the growth of the lophophore. ZEISS a a. Cam. luc.

Fig. 8. A transverse section a little anterior to the peduncle. The posterior extensions of the brood pouches are seen and the inner funnel shaped openings of the oviducts, also the posterior end of the intestine. ZEISS a a. Cam. luc.

Fig. 9. Argiope neapolitana. Magnified about 4 times linear.

Fig. 10. Argiope cuneata. Magnified about 4 times linear.

Fig. 11. Semi-diagramatic figure of the body of an Argiope lying in the dorsal shell, to show the form and relations of the lophophore. Some branches

Digitized by Google

of the liver and the ovaries can be seen through the semi-transparent disk of the lophophore.

Fig. 12. Diagramatic view of the muscles of Argiope.

Fig. 13. Section of a single tentacle showing the ciliated epithelium on three sides, and the central canal containing muscle fibres. ZEISS F.

Fig. 14. View of the rounded inner ends of the calcareous spicules of the shell, with some mantle papillae. ZEISS A.

Fig. 15. A section through the point of attachment of the lophophore to the mantle lining the dorsal shell. The mantle papillae are seen piercing the shell and are connected with cuticle upon the outer side. The ciliated groove formed by the lip and the tentacles is shown and the cushion of high epithelium cells. In this section the communication between the canal running round the edge of the lophophore and the canal in the tentacle is not shown.

Fig. 16. View of the interior of the dorsal shell of an Argiope neapolitana, to show the arrangement of the internal skeleton supporting the lophophore.

Fig. 17. View of interior of ventral shell of the same, showing the median ridge, and the triangular areas whose apices fit into notches in the dorsal shell and so form the hinge.

Fig. 18. Lateral view of dorsal shell.

Fig. 19. View of the organic fibres, in whose meshes the calcareous spicules of the shell lie.

Fig. 20. Ovum.

Fig. 21. Ovum of two segments.

Fig. 22. Ovum of three segments.

Fig. 23. Blastosphere; by the side are some cells of the blastosphere more highly magnified.

Fig. 24. Gastrula.

Fig. 25. Larva of two segments showing the stalk attaching it to the walls of the brood pouch.

Fig. 26. Larva showing traces of three segments with eyespot and commencing bristles. The outline of the alimentary canal is seen faintly.

Fig. 27. Slightly older larva.

Fig. 28. Larva with the two kinds of cilia on the first segment. The second segment has already begun to grow down over the third which has constricted slightly into two parts.

Fig. 29. Free swimming larva seen from the ventral side.

Fig. 30. Free swimming larva seen laterally.

Fig. 31. Young Argiope, the lophophore still circular, with twelve tentacles. The liver is growing out as two lateral diverticula of the stomach.

Fig. 32. View of the ventral shell of the same.

Fig. 33. Longitudinal section through a larva of about the same stage as fig. 27. This shows the alimentary canal extending through all the segments.

Digitized by Google

The second segment is beginning to grow down over the third, it bears at its edge a cluster of cells which secrete the bristles.

Fig. 34. A transverse section through a somewhat later stage, this is cut somewhat obliquely. Above the fold of epiblast forming the second segment is seen. The alimentary canal lying near the dorsal wall, the bristle-forming cells, and some muscle fibres are also shown.

Fig. 35. A longitudinal section through a free swimming larva. Here the anterior segment is much constricted off from the others, posteriorly a portion is also separated off to form the future peduncle, muscles run from this to the base of the fold formed by the second segment, and some fibres pass to the bristles.

Digitized by Google

Einfache Methode zum Aufkleben mikroskopischer Schnitte.

Von

Paul Mayer.

Den unlängst von FRENZEL (Zool. Anzeiger 6. Jahrg. 1883 p. 51 und 422), THRELFALL (ibid. p. 300) und SCHÄLLIBAUM (Arch. f. mikr. Anat. 22. Bd. 1883 p. 689) veröffentlichten Methoden zum Aufkleben von Schnitten auf den Objectträger behufs ihrer nachträglichen Färbung möchte ich eine neue hinzufügen, die sich durch Einfachheit und Sicherheit in der Anwendung auszeichnet. Man bereitet sich ein Gemisch von gleichen Raumtheilen filtrirten Hühnereiweißes und Glycerines und streicht davon mit einem feinen Pinsel eine recht dünne und gleichmäßige Schicht auf den kalten Objectträger auf. Dann legt man die Schnitte auf, erwärmt das Ganze einige Minuten im Wasserbade und kann nun die Schnitte mit Terpentinöl, Alkohol, Wasser und Farbstoffen behandeln, ohne ein Wegspülen befürchten zu müssen. Das Glycerin dient nur dazu, die Klebefläche feucht zu erhalten; schmilzt das in den Schnitten enthaltene Paraffin, so verdrängt es das unmittelbar darum befindliche Eiweiß, und so ist die nächste Umgebung der Schnitte ganz oder doch fast frei davon, was als ein weiterer Vortheil der Methode betrachtet werden darf. Das Eiweißgemisch kann man durch Antiseptica (Carbolsäure) gegen Trübung schützen.

Zum nachträglichen Färben der Schnitte habe ich im Vereine mit den Herren Dr. P. SCHIEMENZ und Dr. E. B. WILSON, die mir freundlichst ihre Hilfe bei Ausführung dieser Versuche liehen, sowohl Alaunearmin als auch ein stark alkoholisches Carmin sehr brauchbar gefunden. Letzteres bereite ich nach einer leichten Modification der bekannten GRENACHER'schen Vorschrift (Arch. f. mikrosk. Anat. 16. Bd. 1879 p. 468) in der Art, dass ich 4 g Carmin in 100 ccm Alkohol von 80% unter Zusatz von 30 Tropfen concentrirter reiner Salzsäure durch etwa

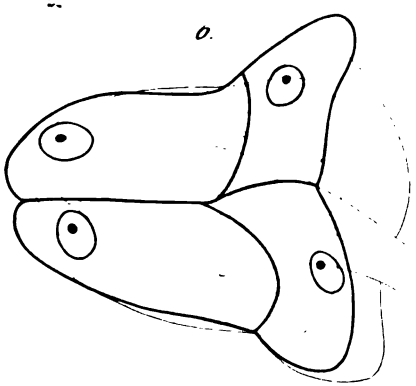
Digitized by Google

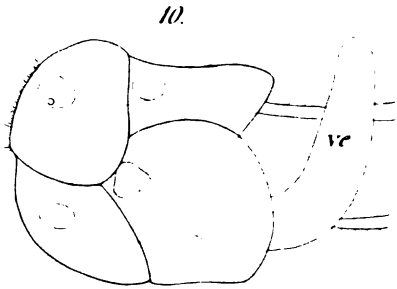
halbstündiges Kochen im Wasserbade löse, heiß filtrire und die üb
schüssige Säure vorsichtig mit Ätzammoniak abstumpfe, bis Carm
anfängt auszufallen. Die kalt eventuell nochmals filtrirte Lösung fä
ungemein rasch (z. B. Schnitte von Hummerembryonen in etwa 1 M
nute) und intensiv, jedoch diffus; Auswaschen in mit Salzsäure an
säuertem Alkohol ist daher unerlässlich, falls man reine Kernfärbu
haben will. Man ersieht den Augenblick, wenn man das Auswasch
als beendet betrachten kann, an der Eiweißschicht, welche das auf
nommene Carmin völlig wieder an den Alkohol abgegeben haben m
oder doch höchstens ganz leicht gefärbt erscheinen darf.

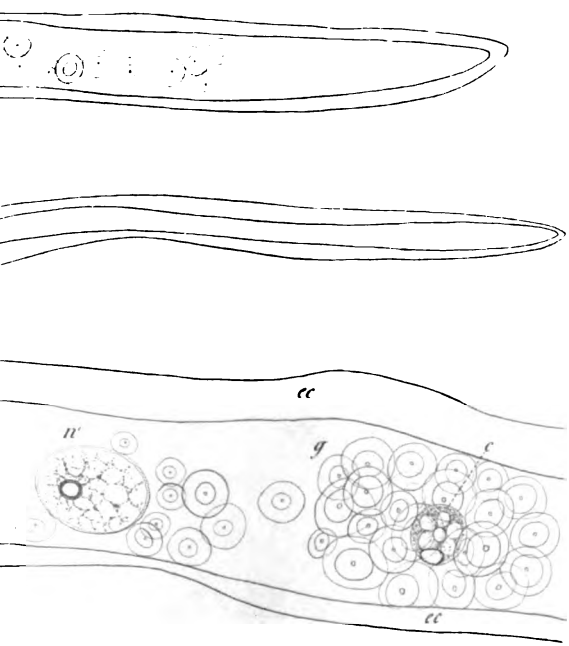
Neapel, Ende September 1883.

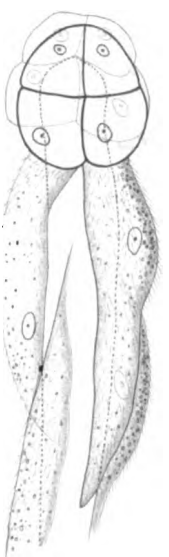
Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Digitized by Google



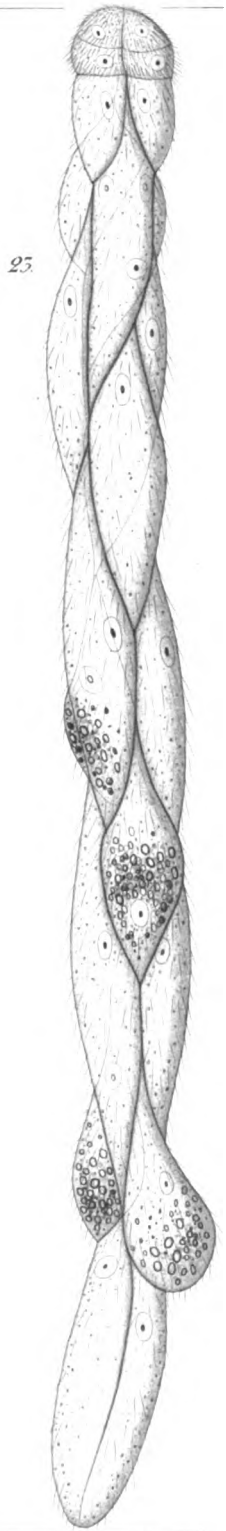






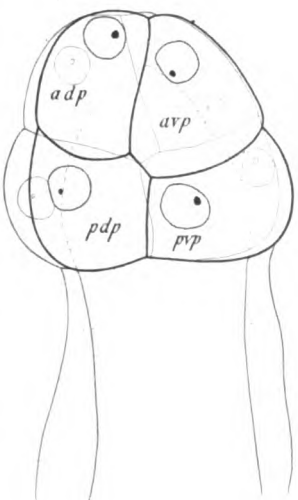
Digitized by Google

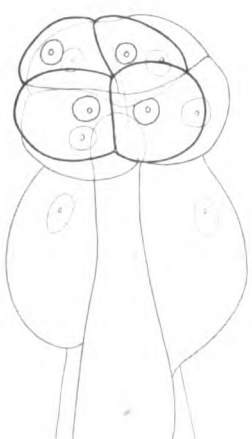
Digitized by Google



25.

26.





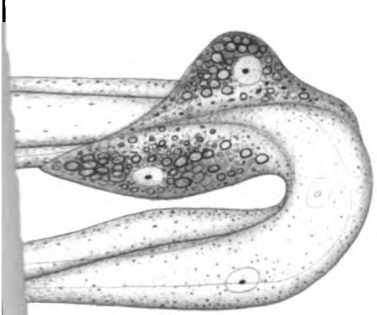
29.

Whitman del.

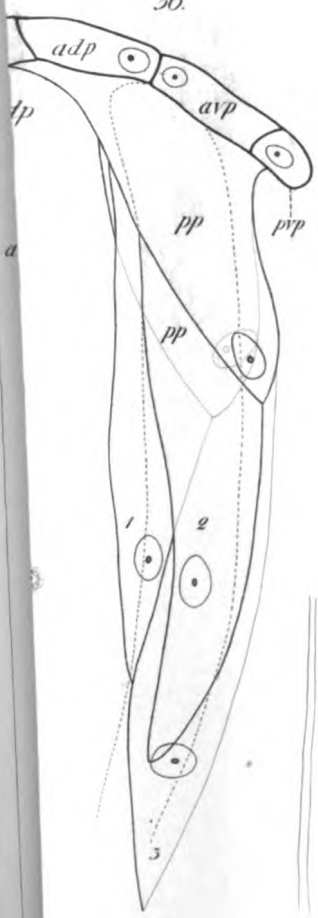
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

Digitized by Google

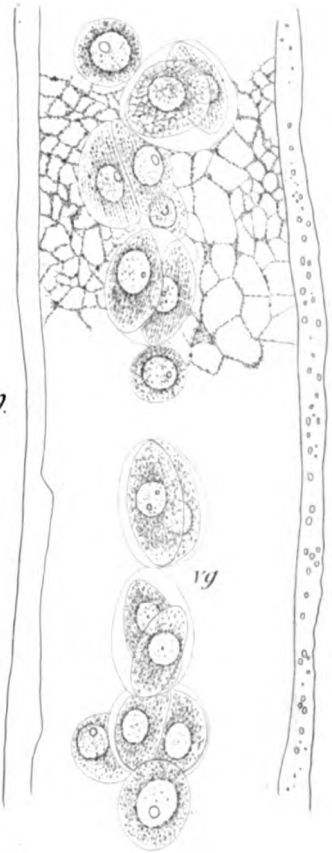
Digitized by Google



36.

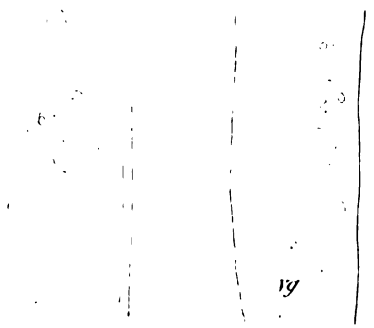


40.



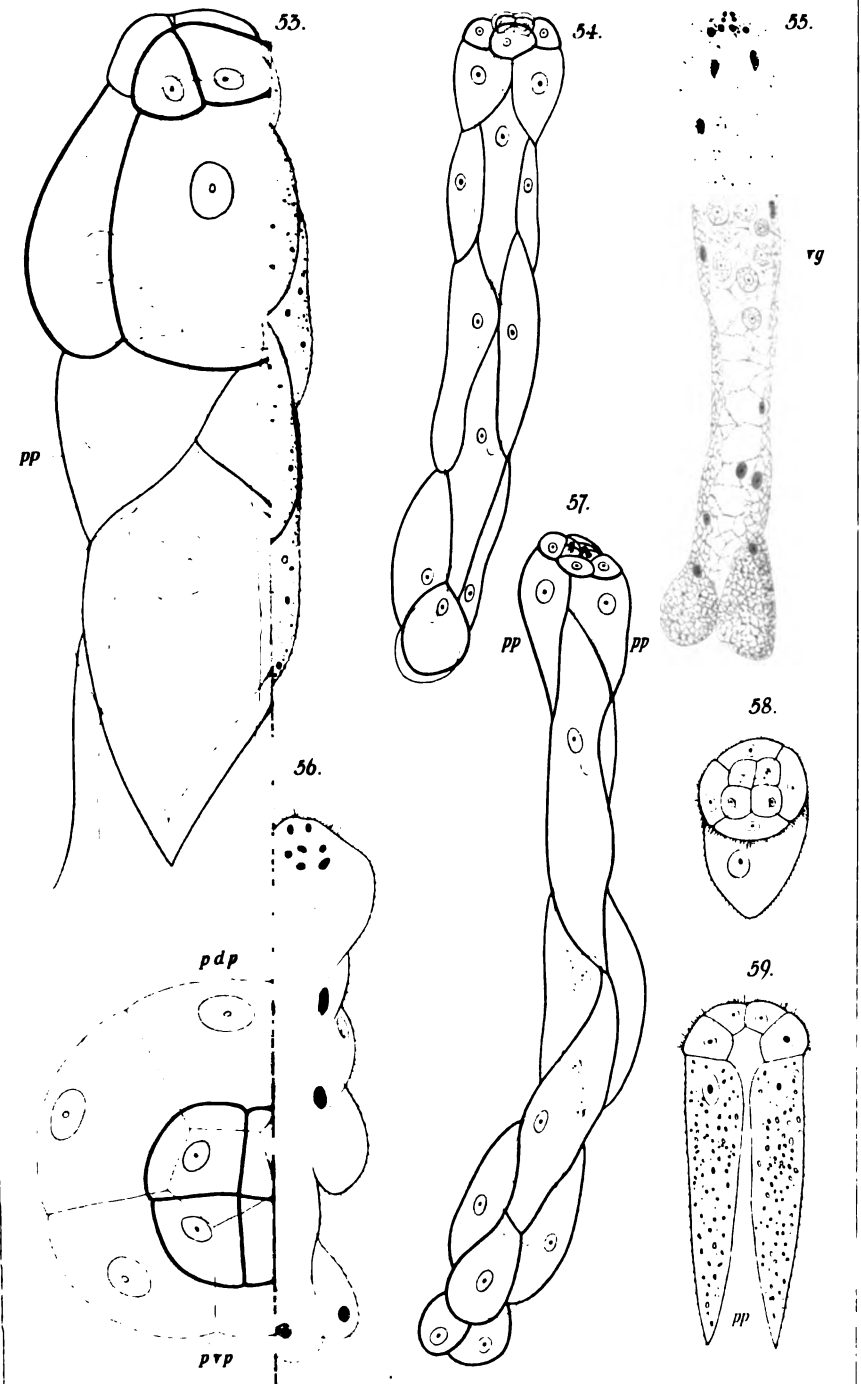
42

43.



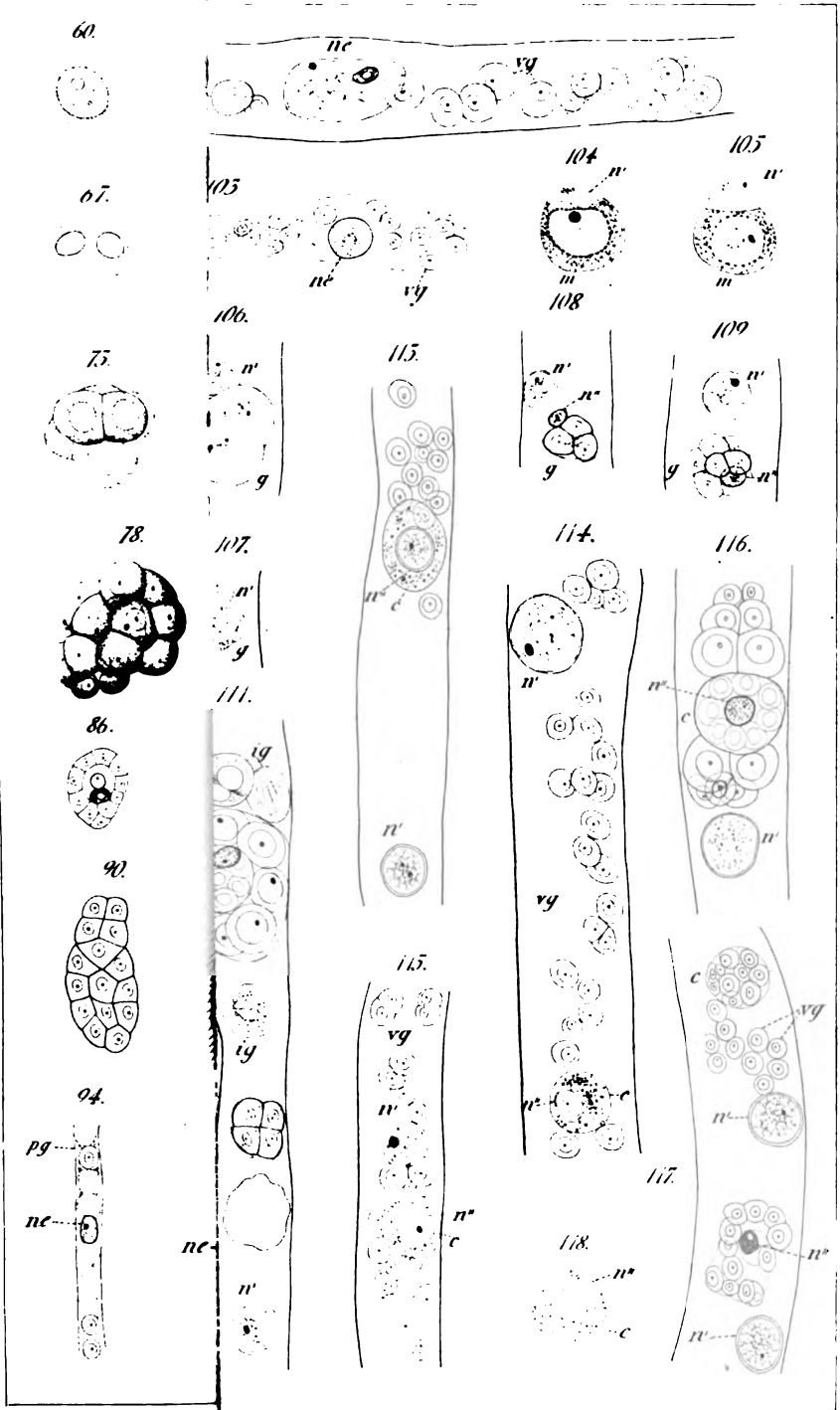
Digitized by Google

Digitized by Google



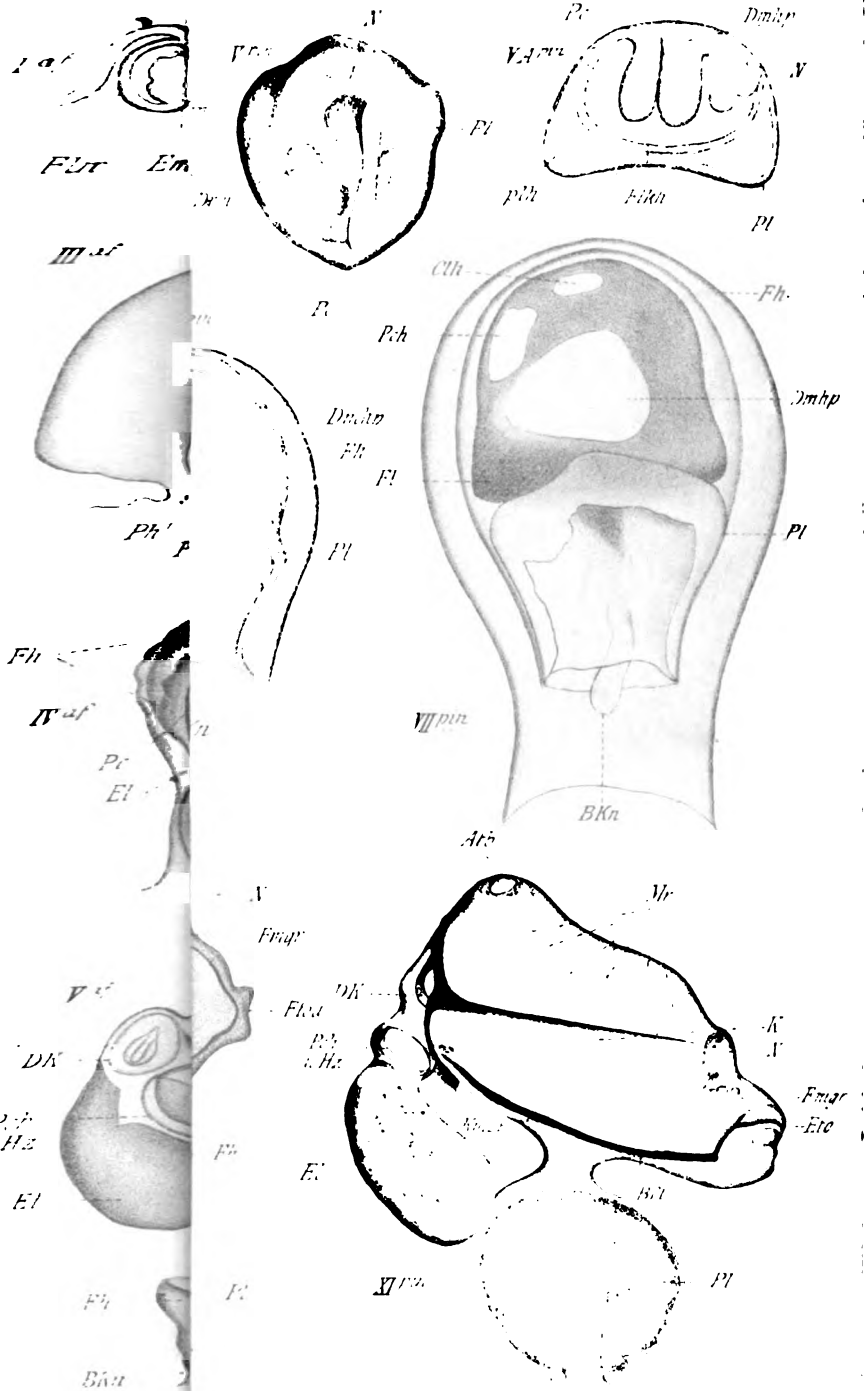
Digitized by Google

Digitized by Google



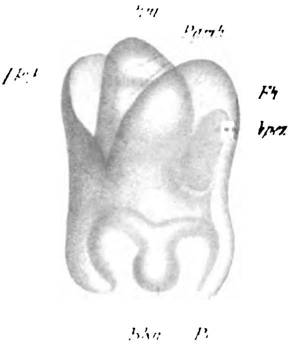
Digitized by Google

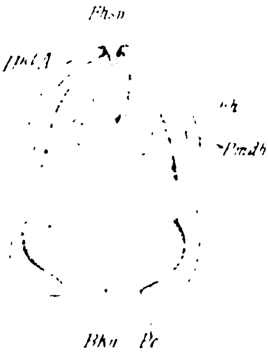
Digitized by Google

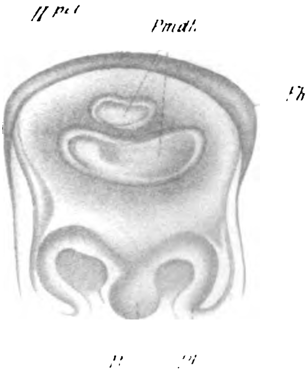


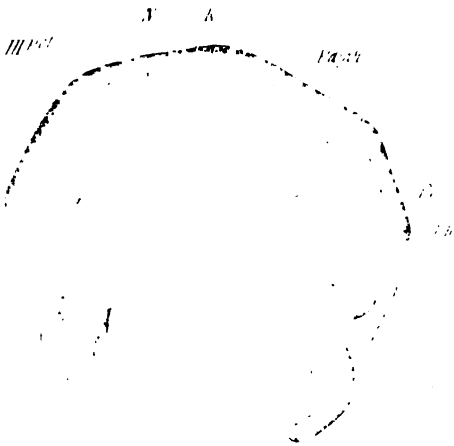
Digitized by Google

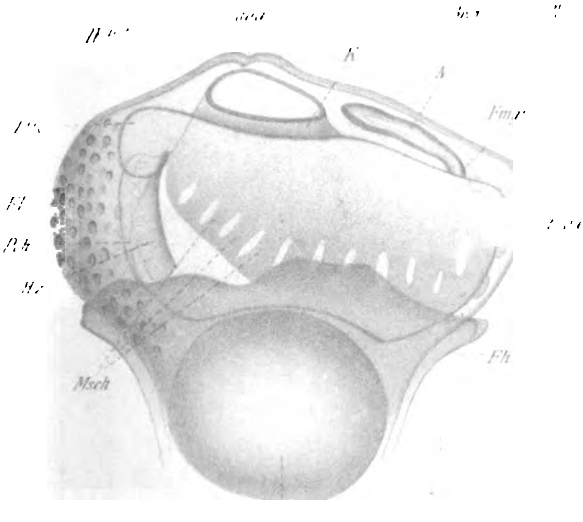
Digitized by Google


Parak
Fh
Bkn
Pc

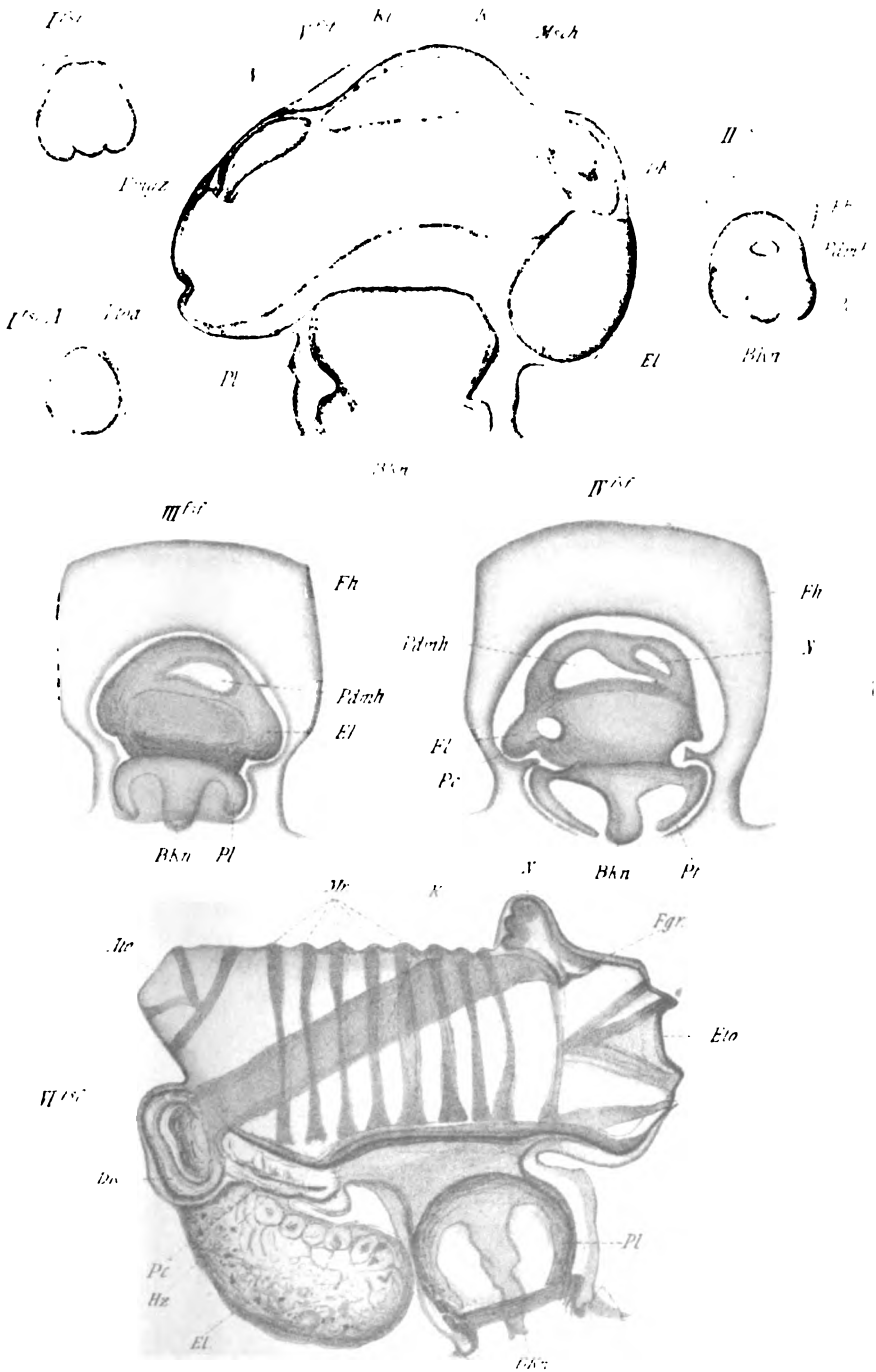

Fhsn
Pmdh
Bkn
Pc


Pmdh
Fh


III Pcl

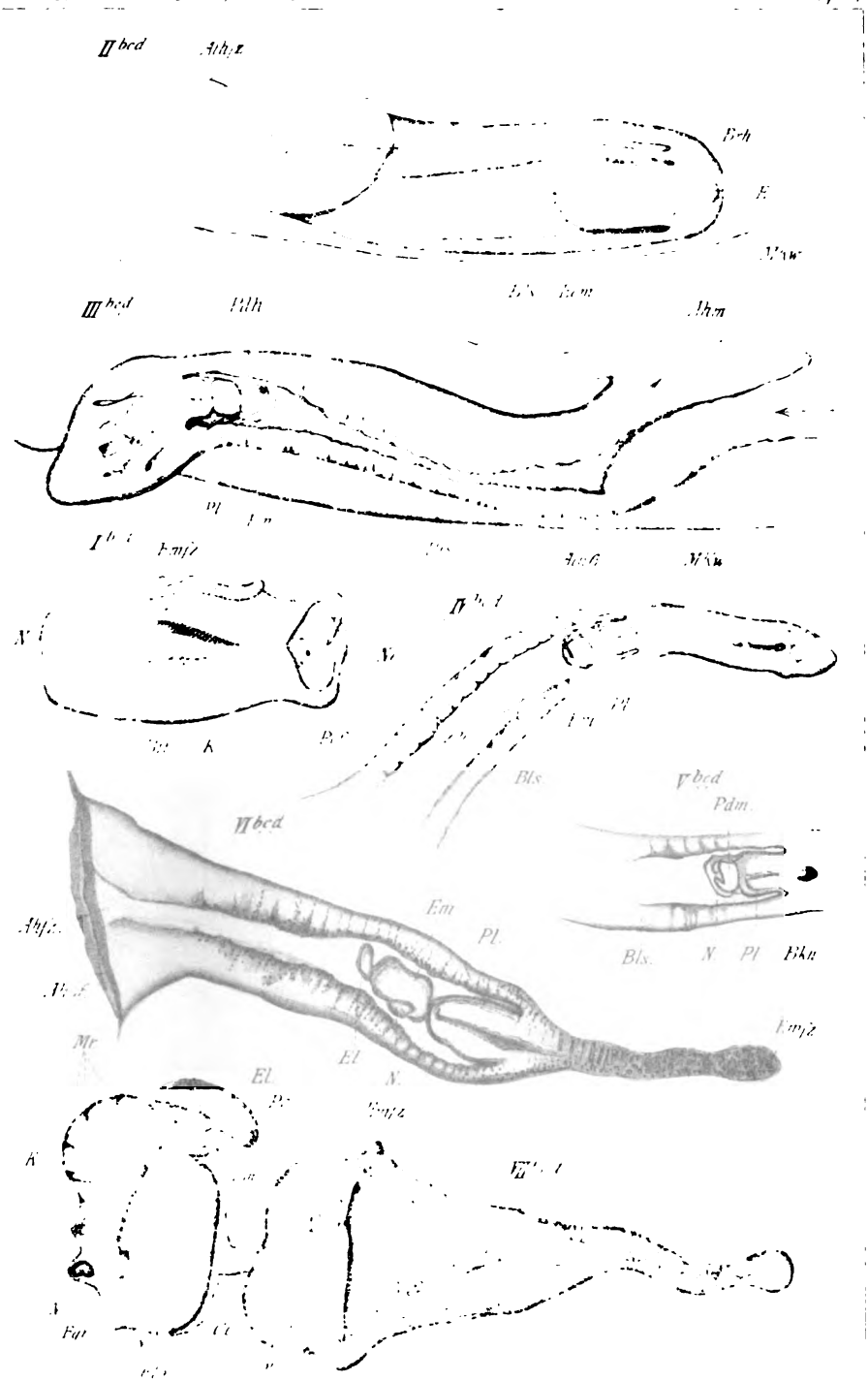

K
Fmr
Bk
Fh
Msch

Digitized by Google



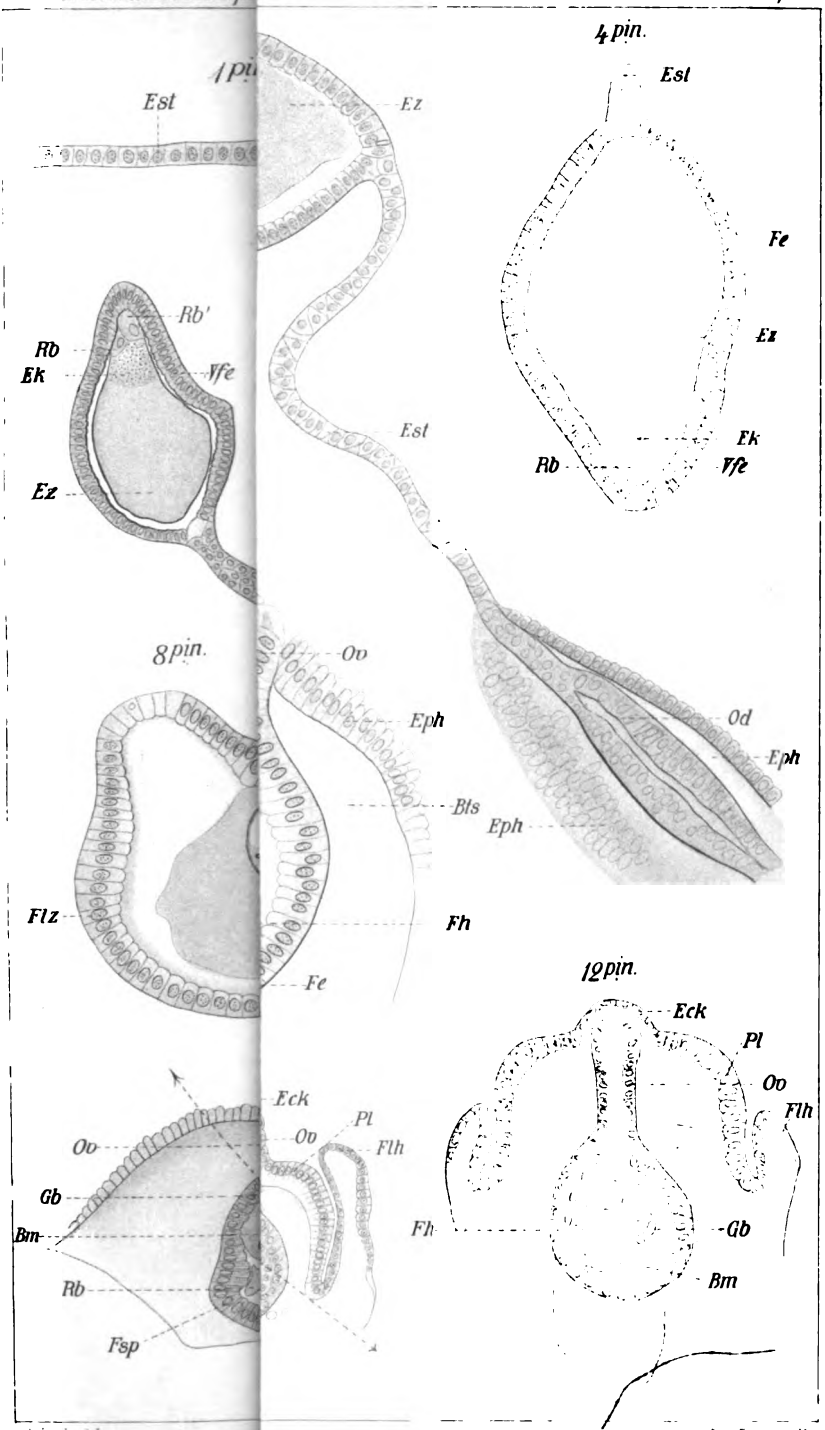
Digitized by Google

Digitized by Google



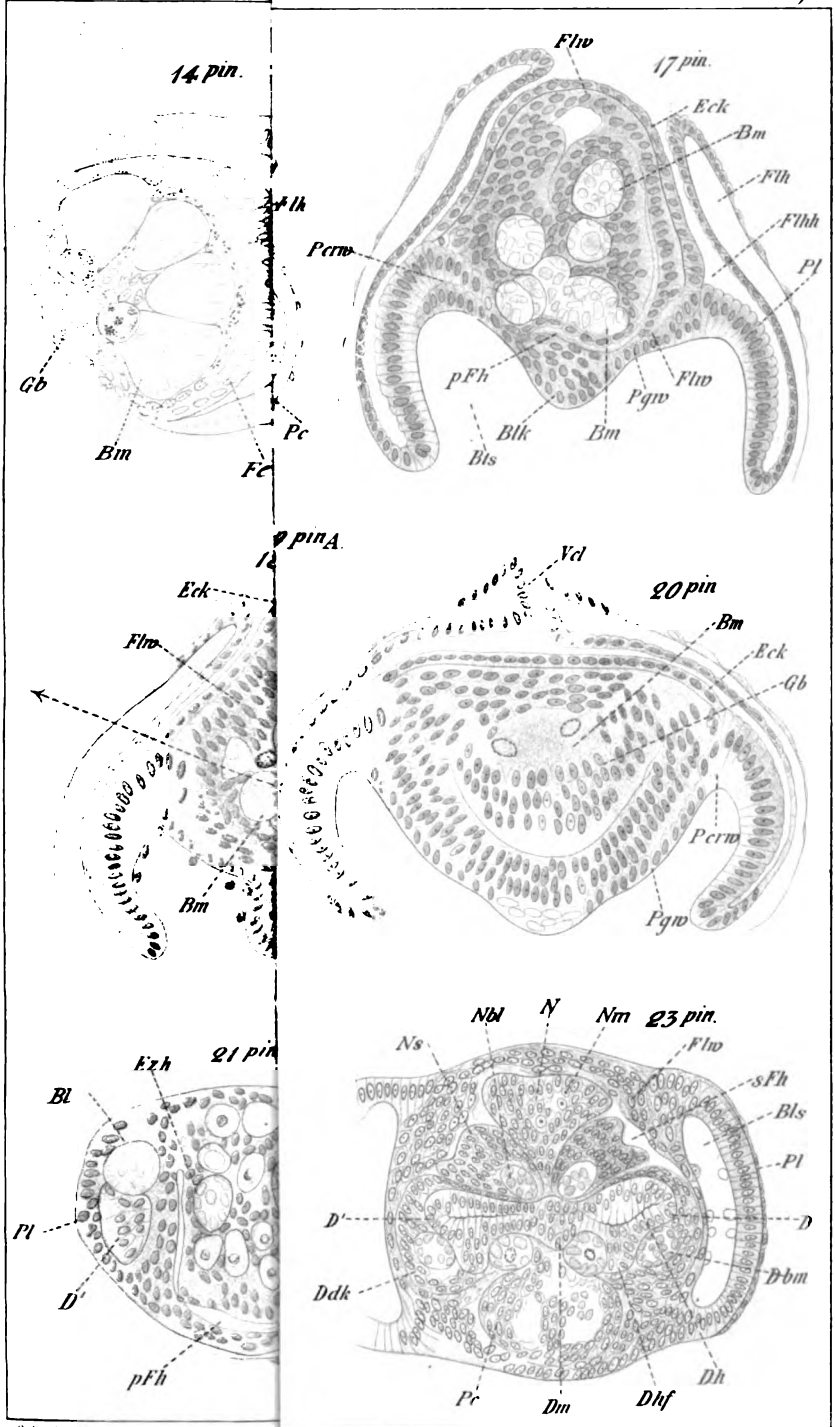
Digitized by Google

Digitized by Google



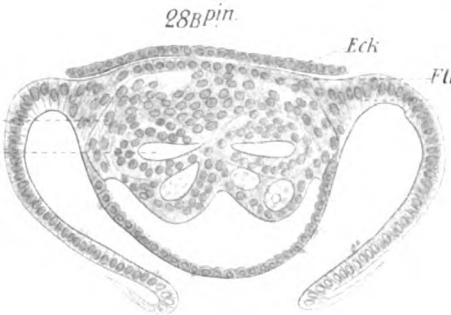
Digitized by Google

Digitized by Google

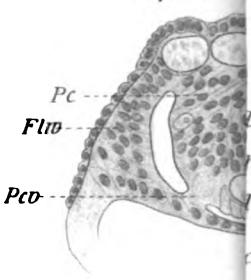


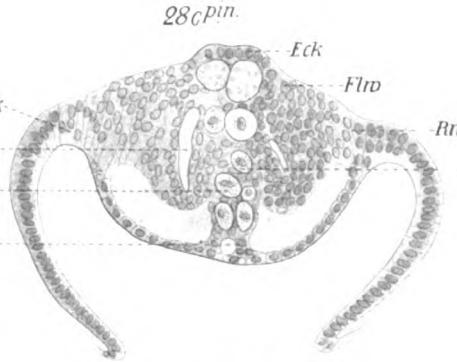
Digitized by Google

Digitized by Google

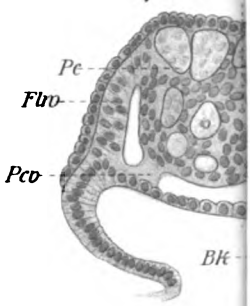


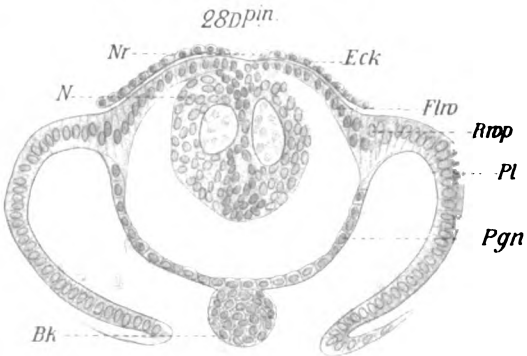
27A pin.



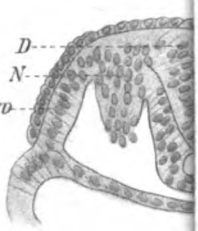


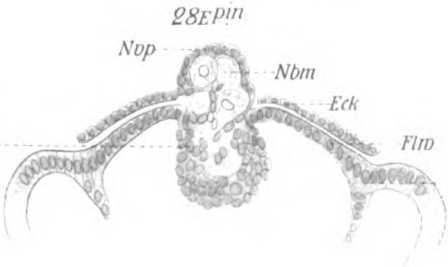
27B pin.





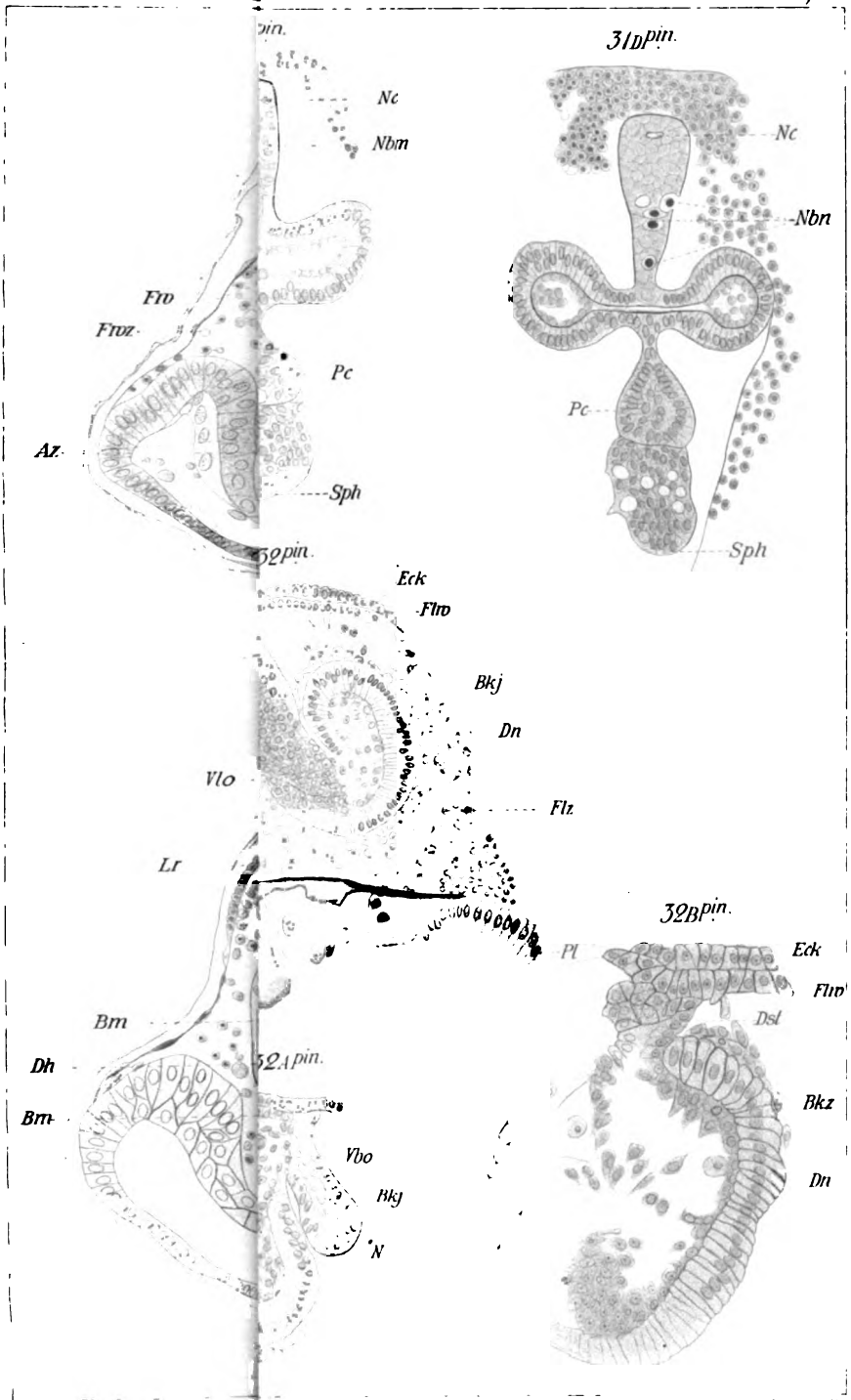
27C pi





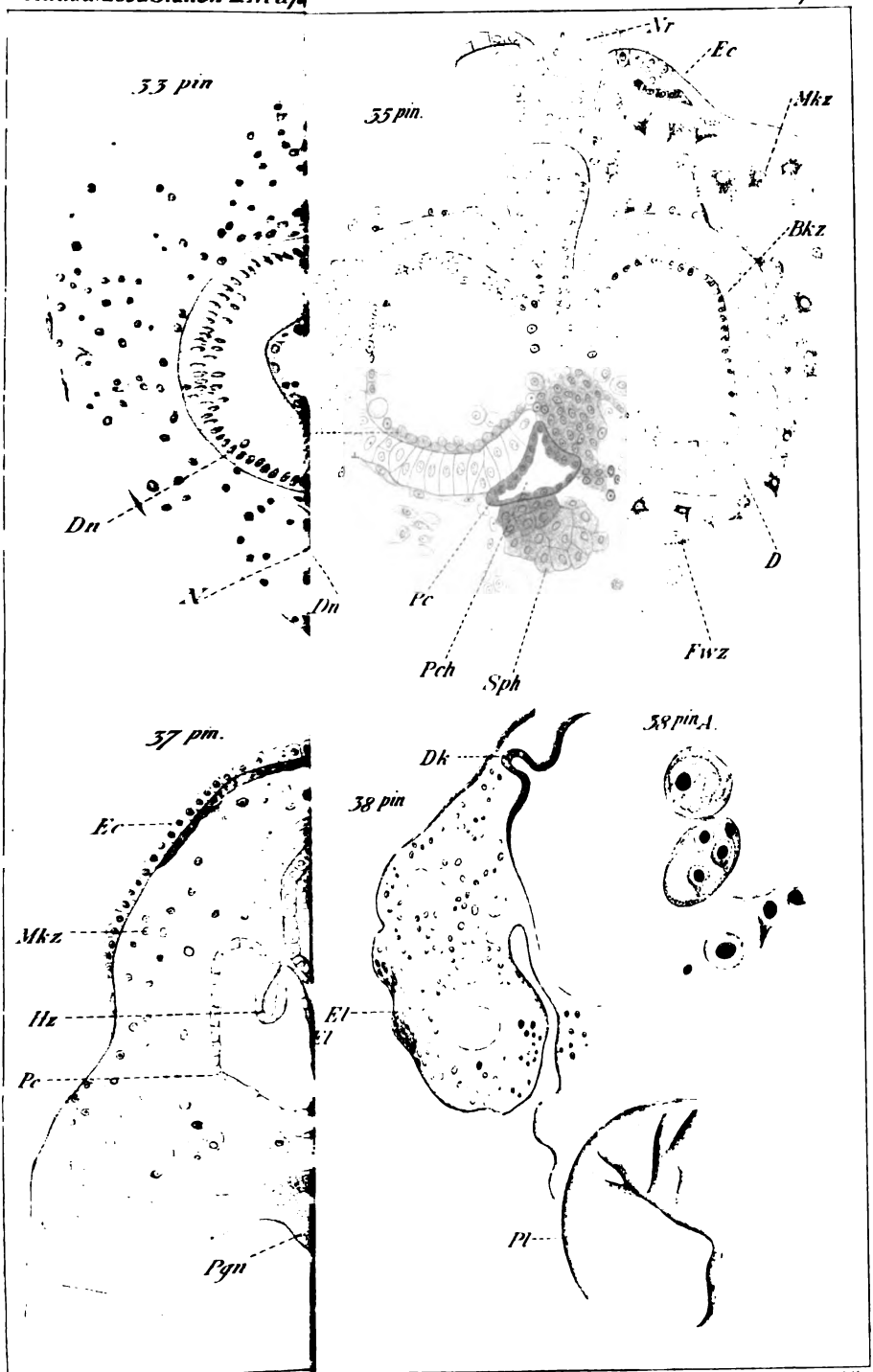
Digitized by Google

Digitized by Google



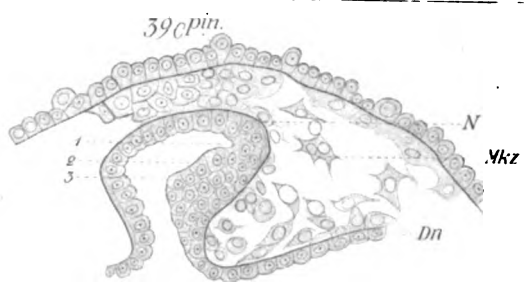
Digitized by Google

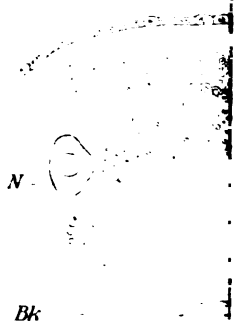
Digitized by Google

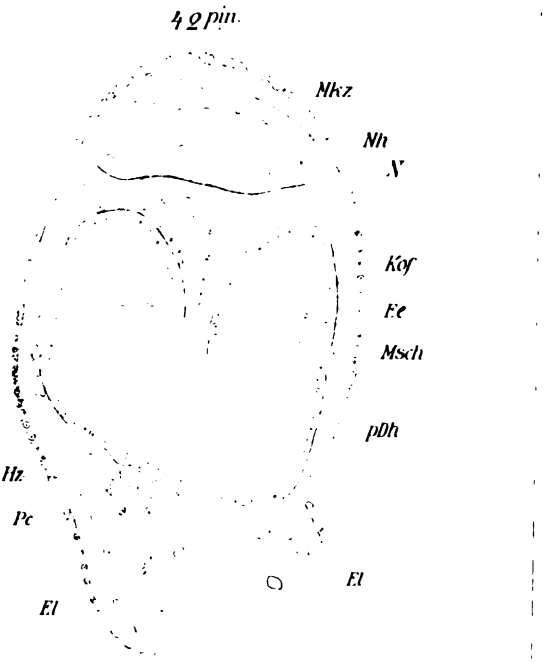


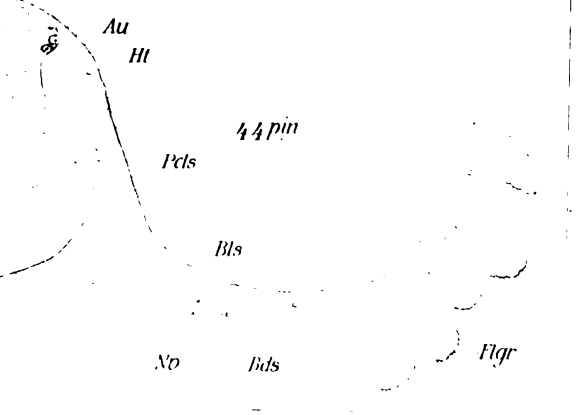
Digitized by Google

Digitized by Google



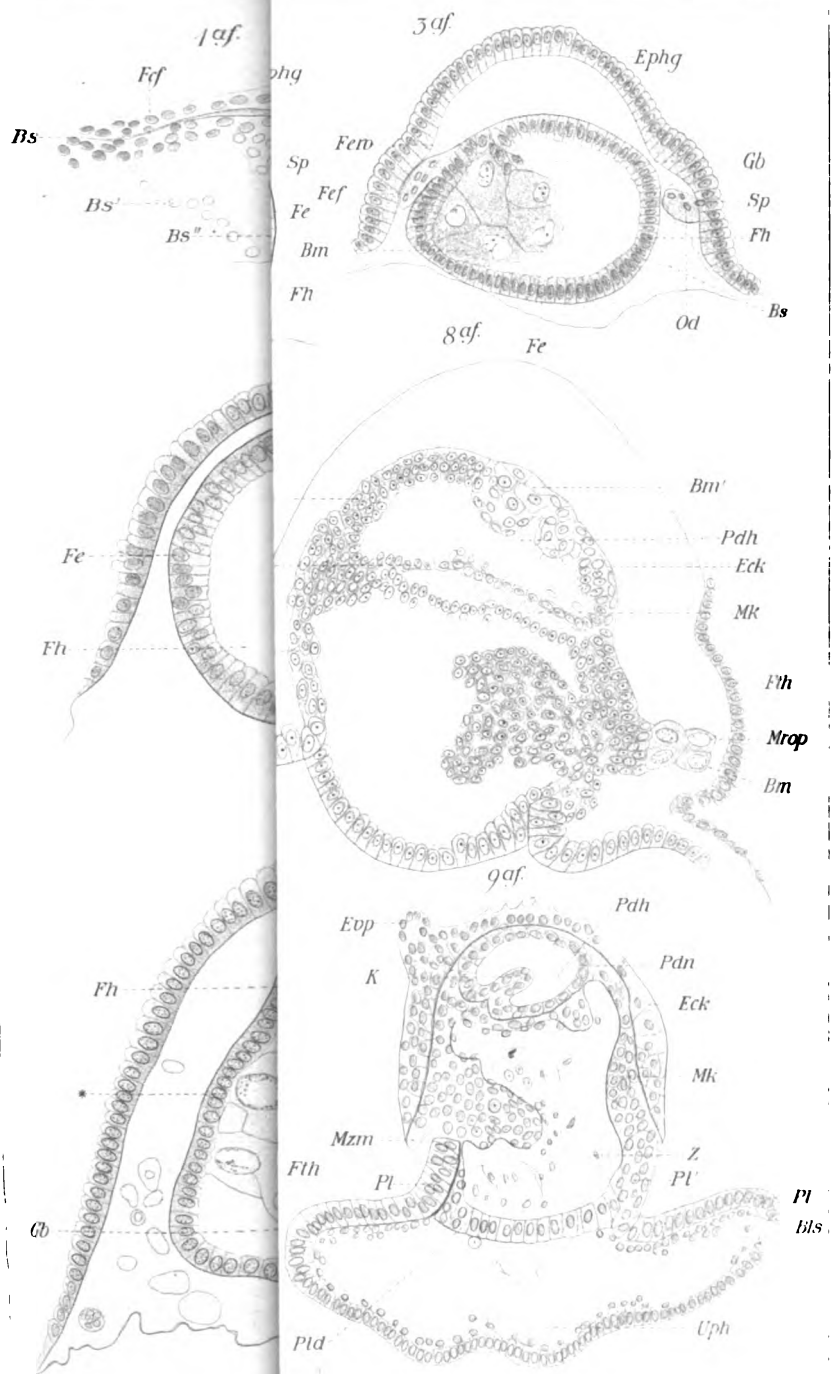






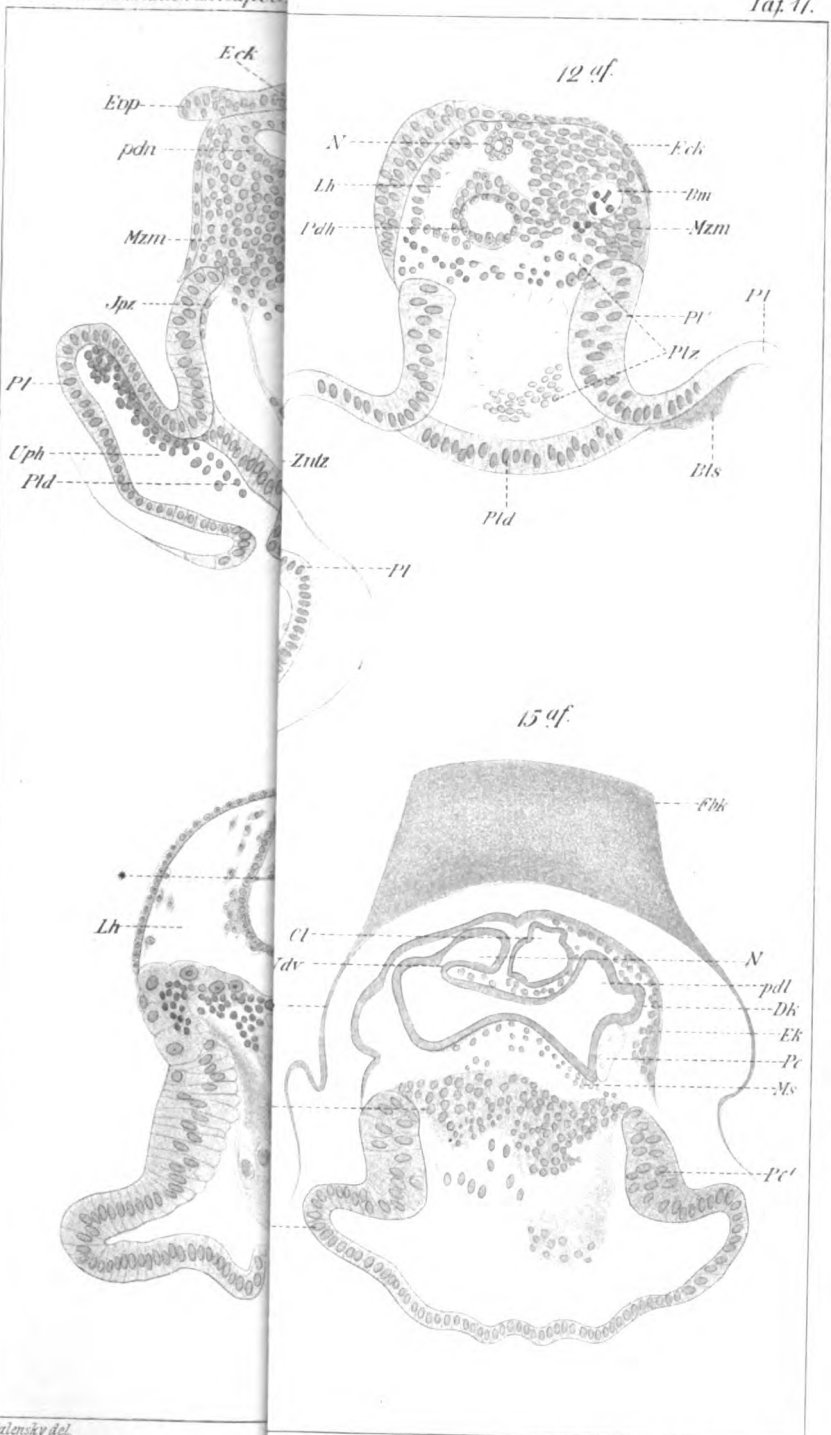
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

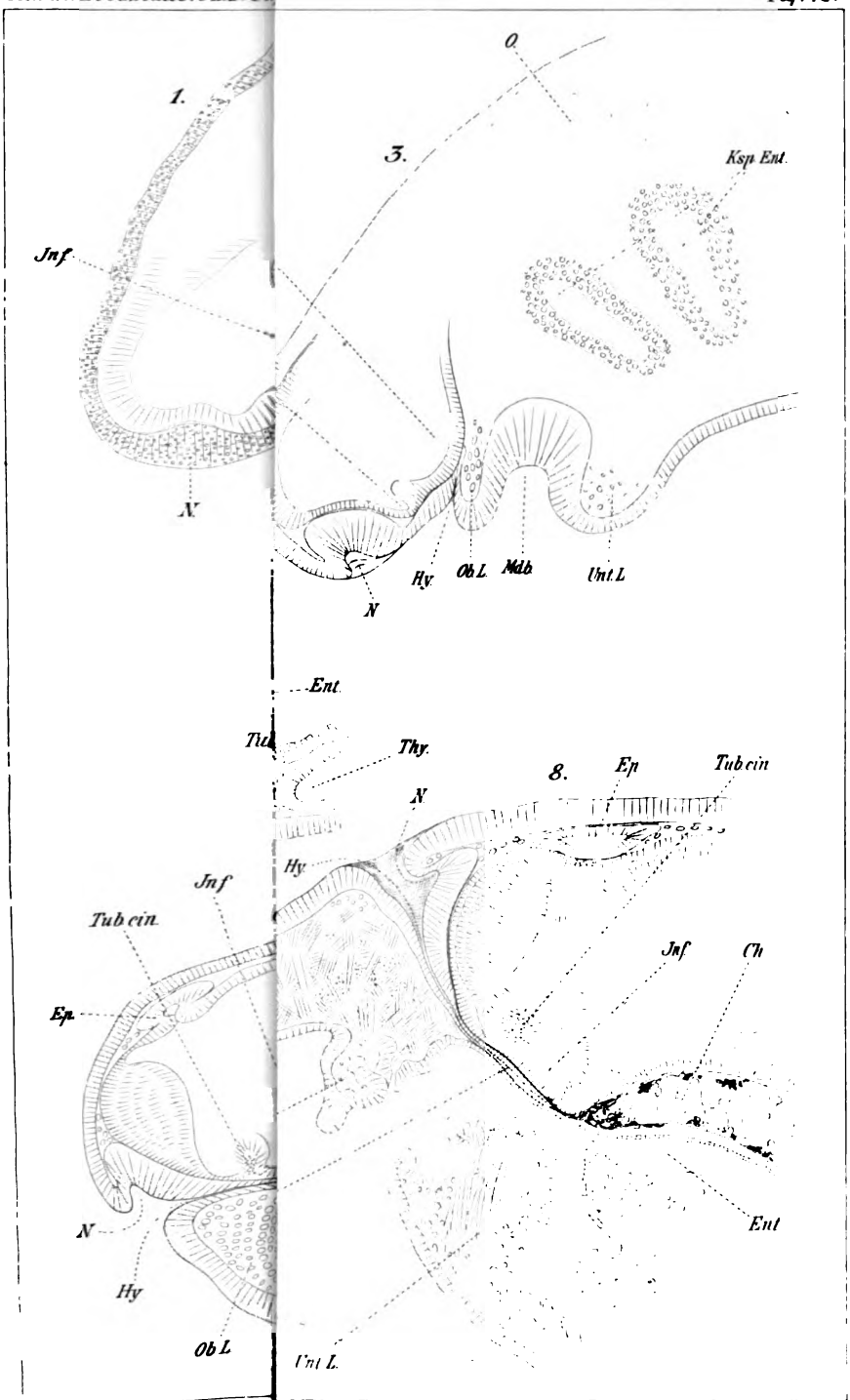


Salensky del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

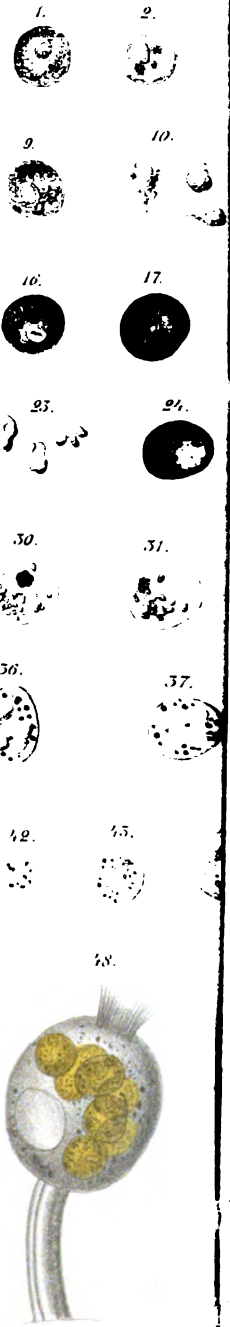
Digitized by Google

Digitized by Google



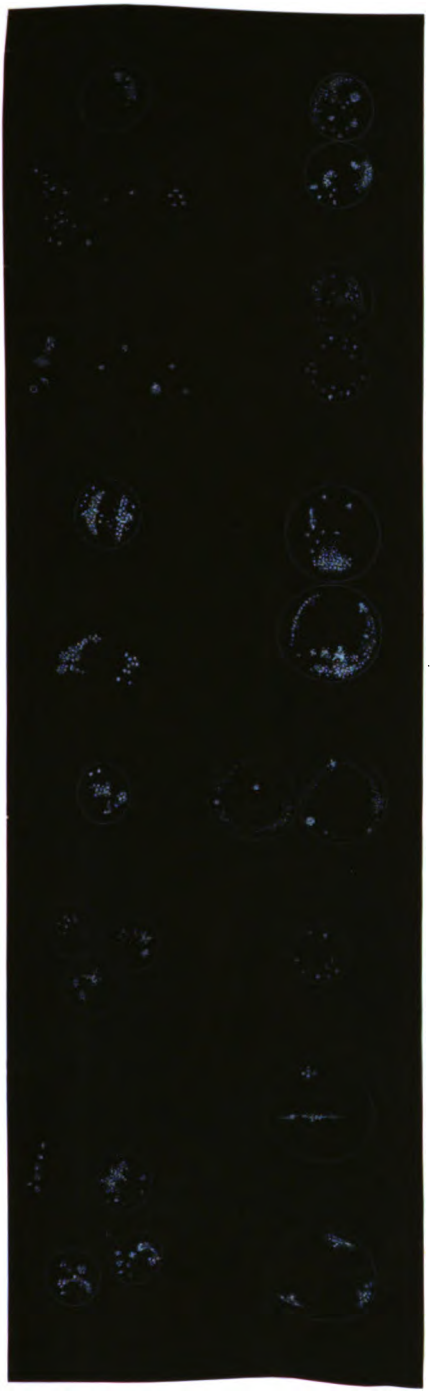
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google



98.

99.

100.

101.

102.

103.

104.

105.

106.

107.

108.

109.

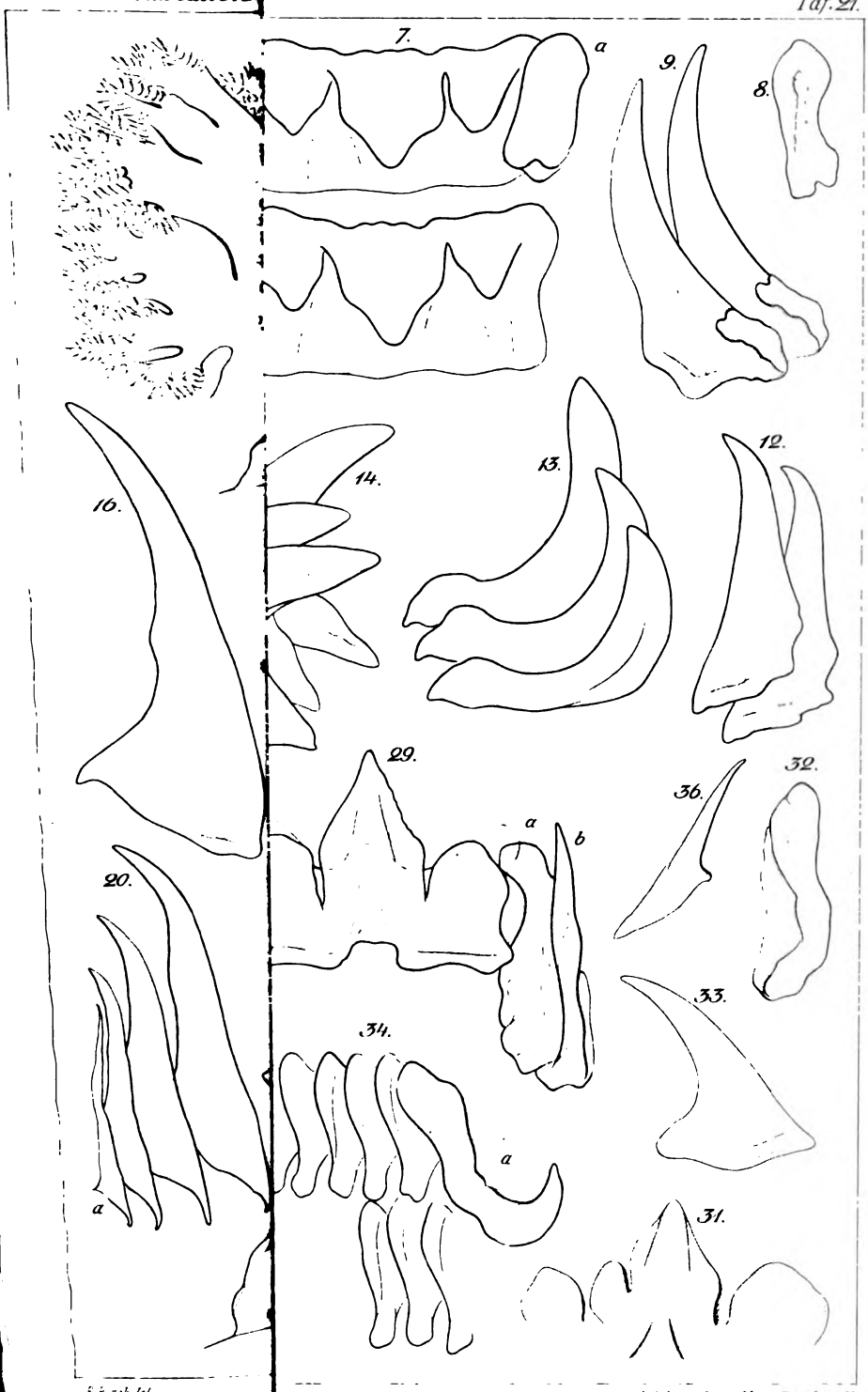
110.

111.

112.

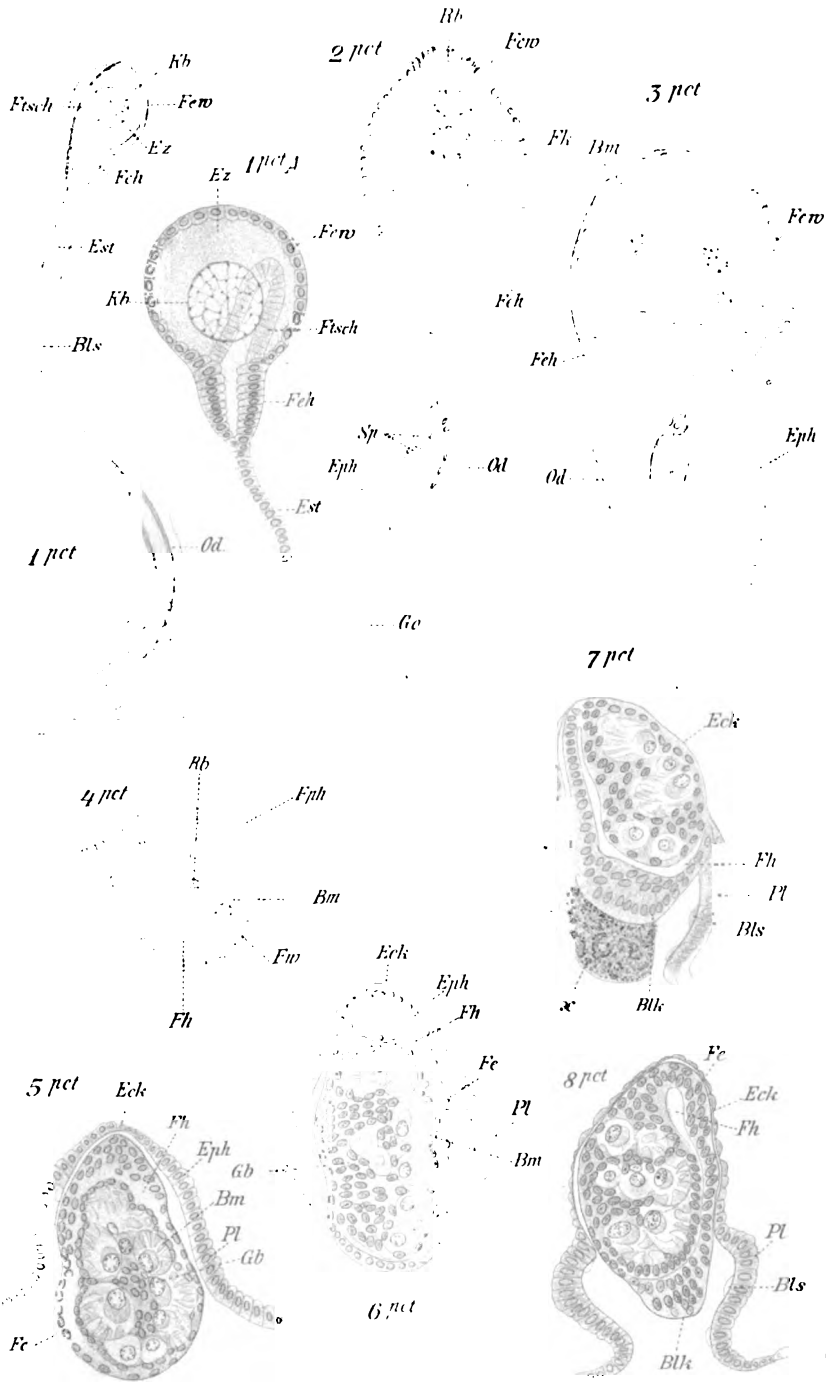
Digitized by Google

Digitized by Google



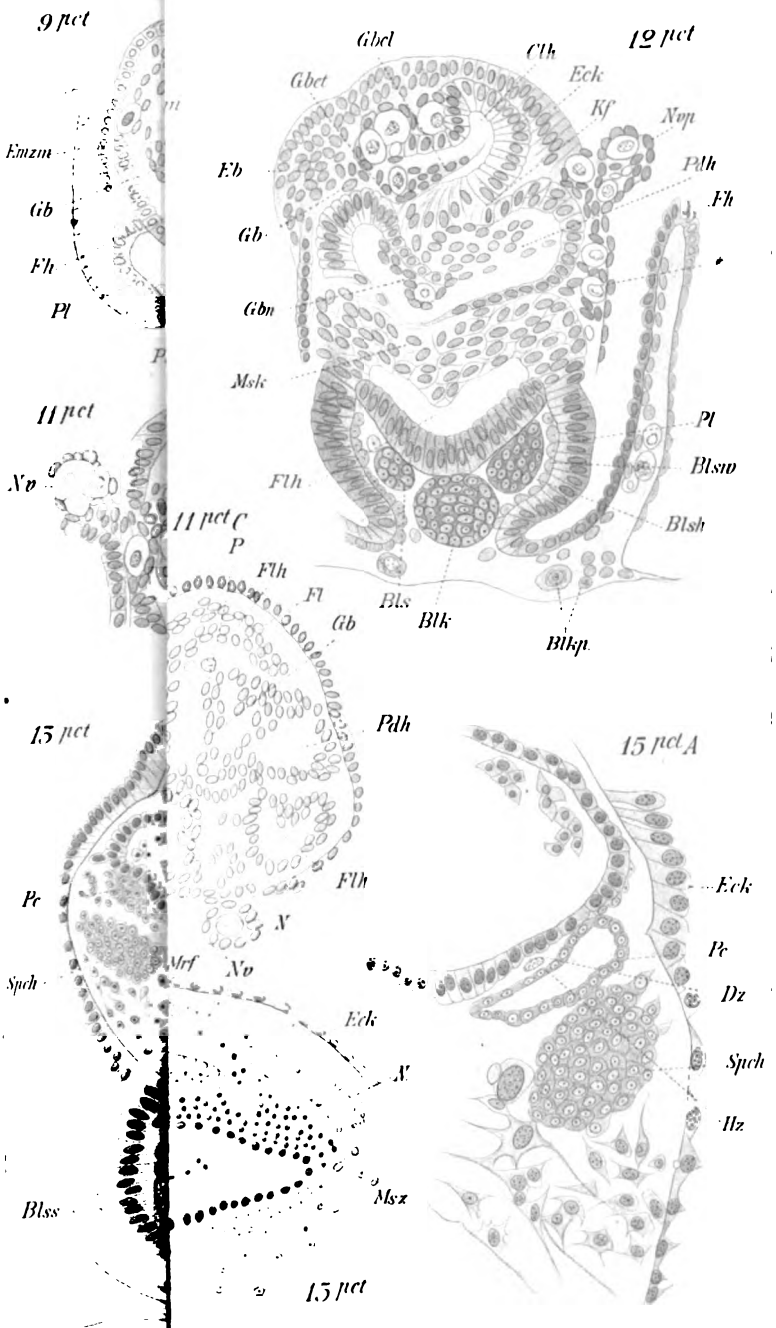
Digitized by Google

Digitized by Google



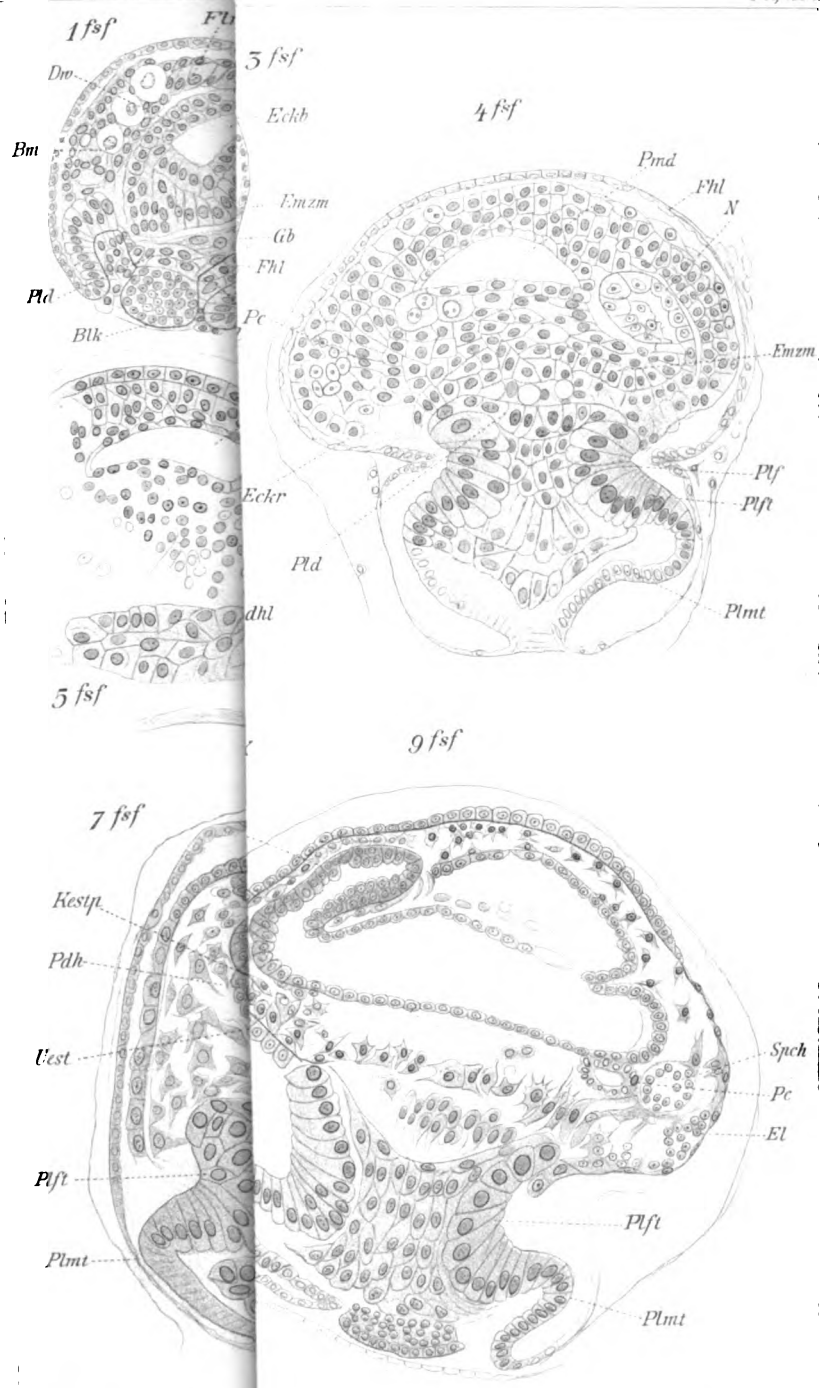
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

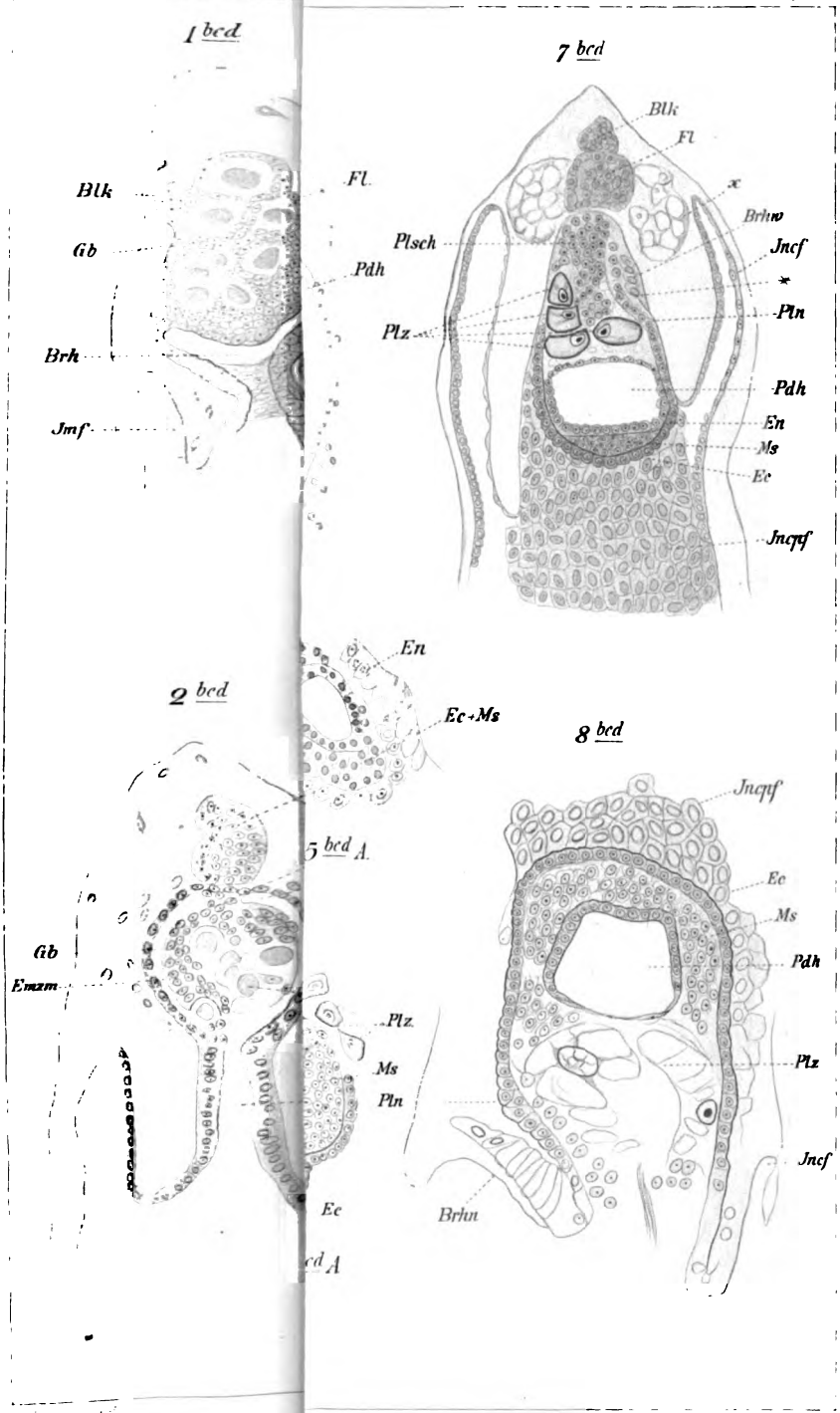


Jensky del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter Frankfurt a. M.

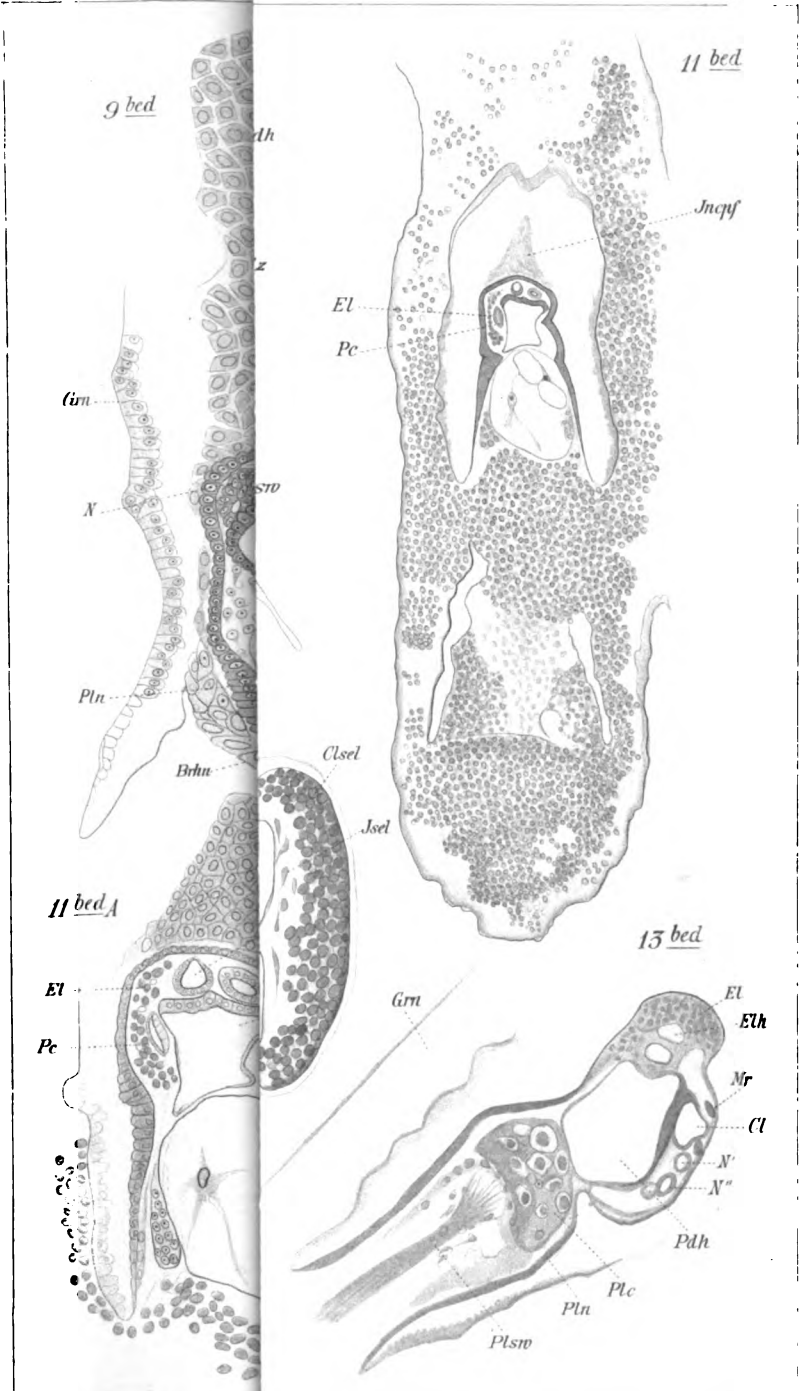
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

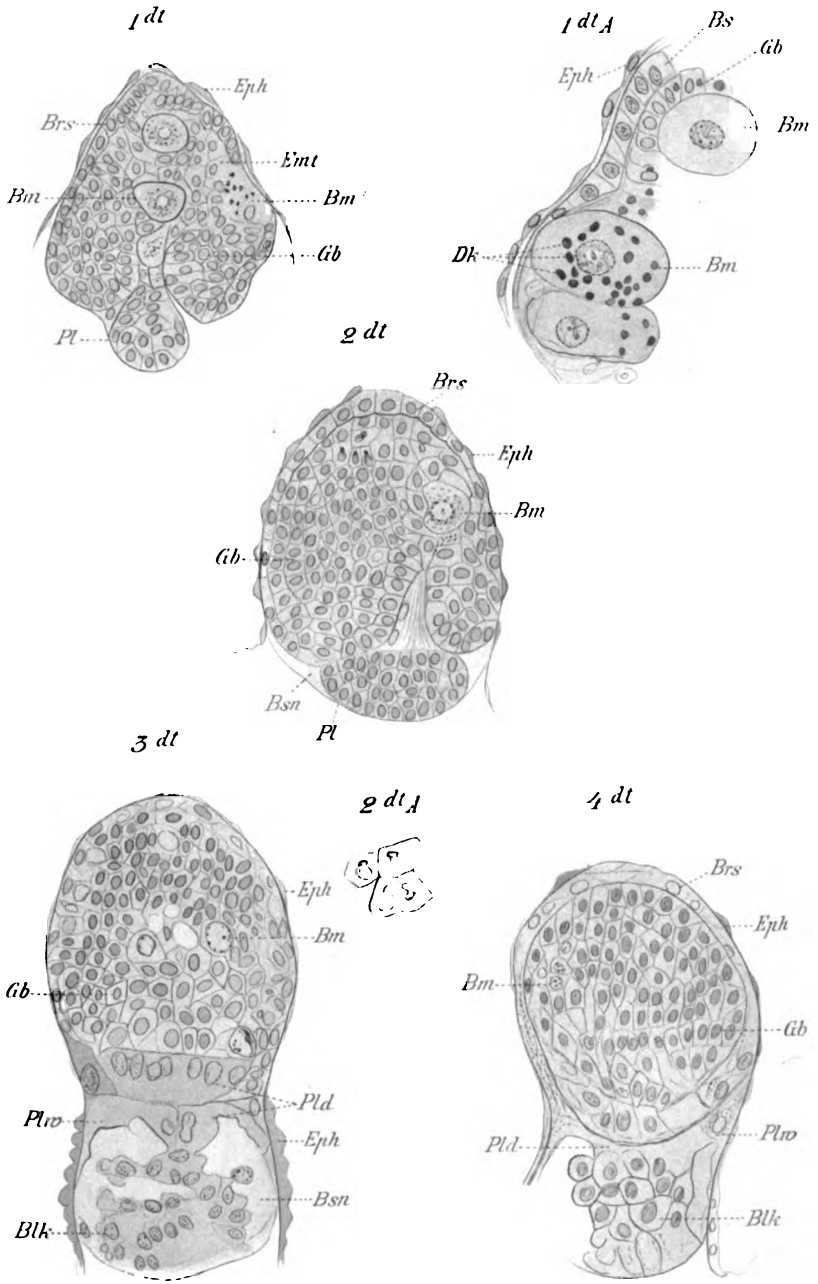
Digitized by Google



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Fr.

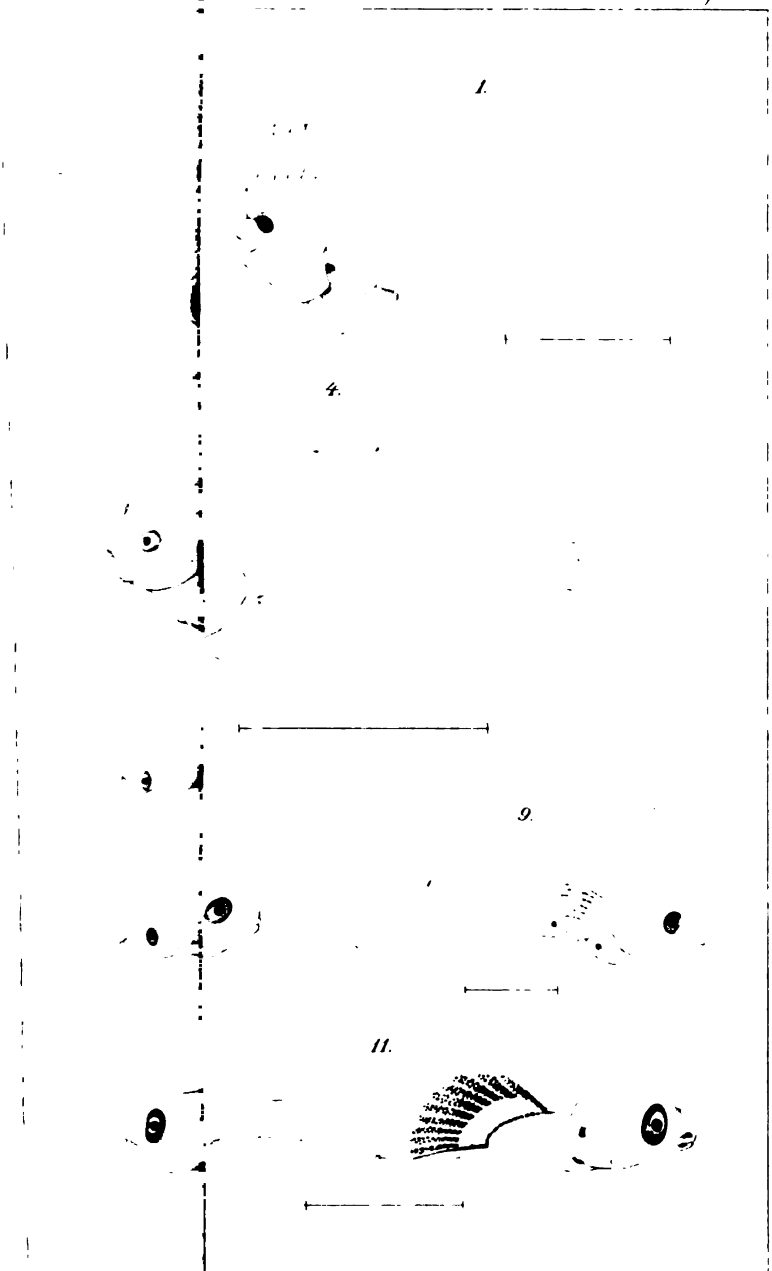
Digitized by Google

Digitized by Google



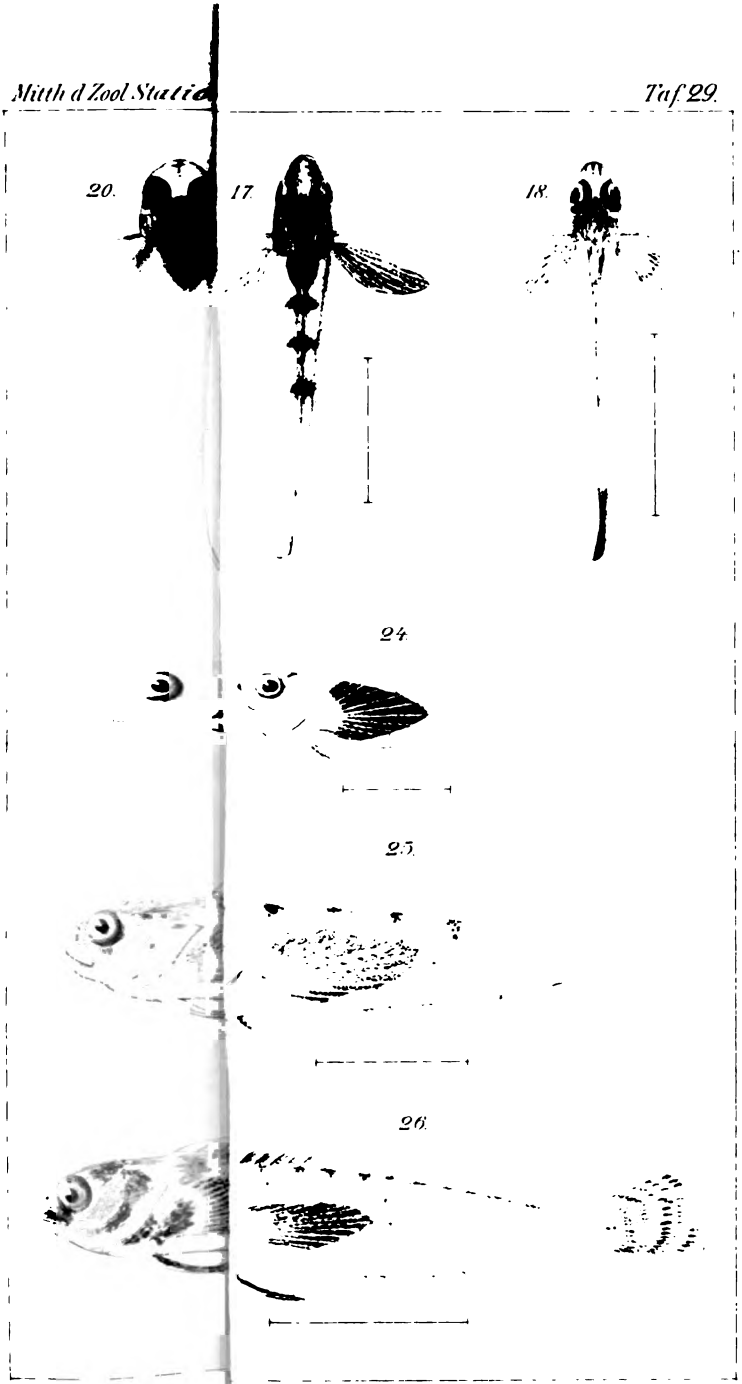
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

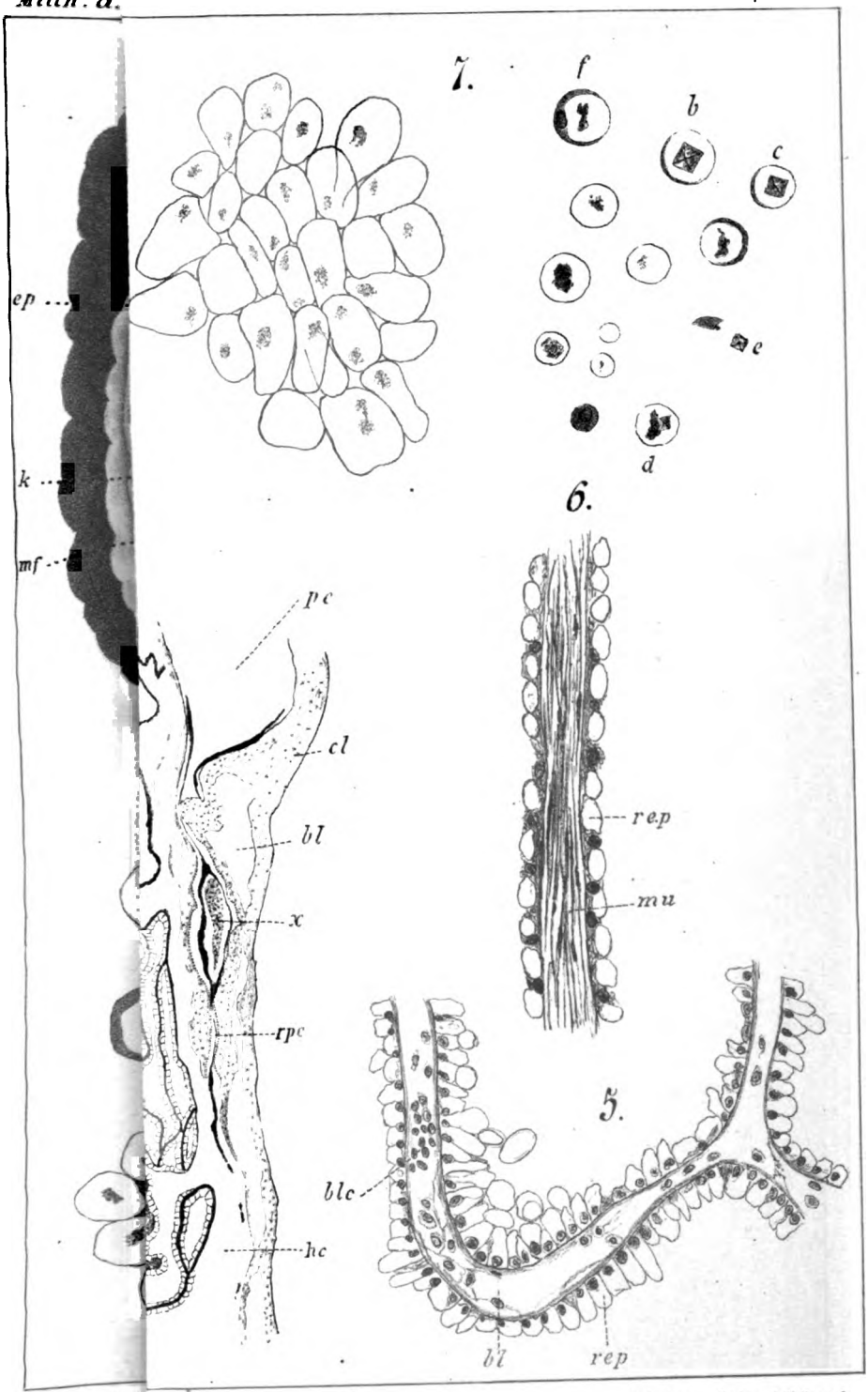
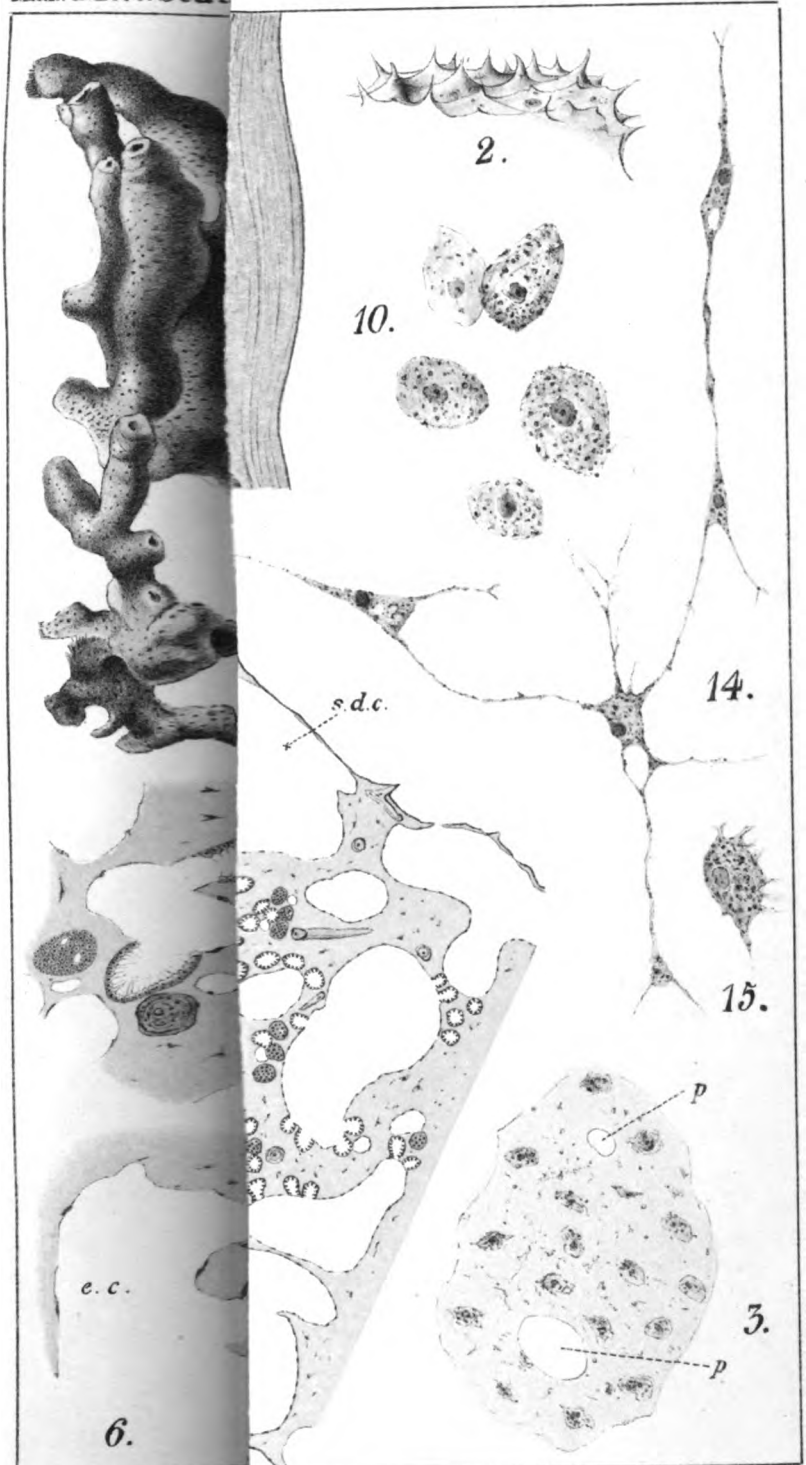


Fig. 1, 2 C. Merc

Lith. Anst v. Richter & Cº Neapel

Digitized by Google

Digitized by Google

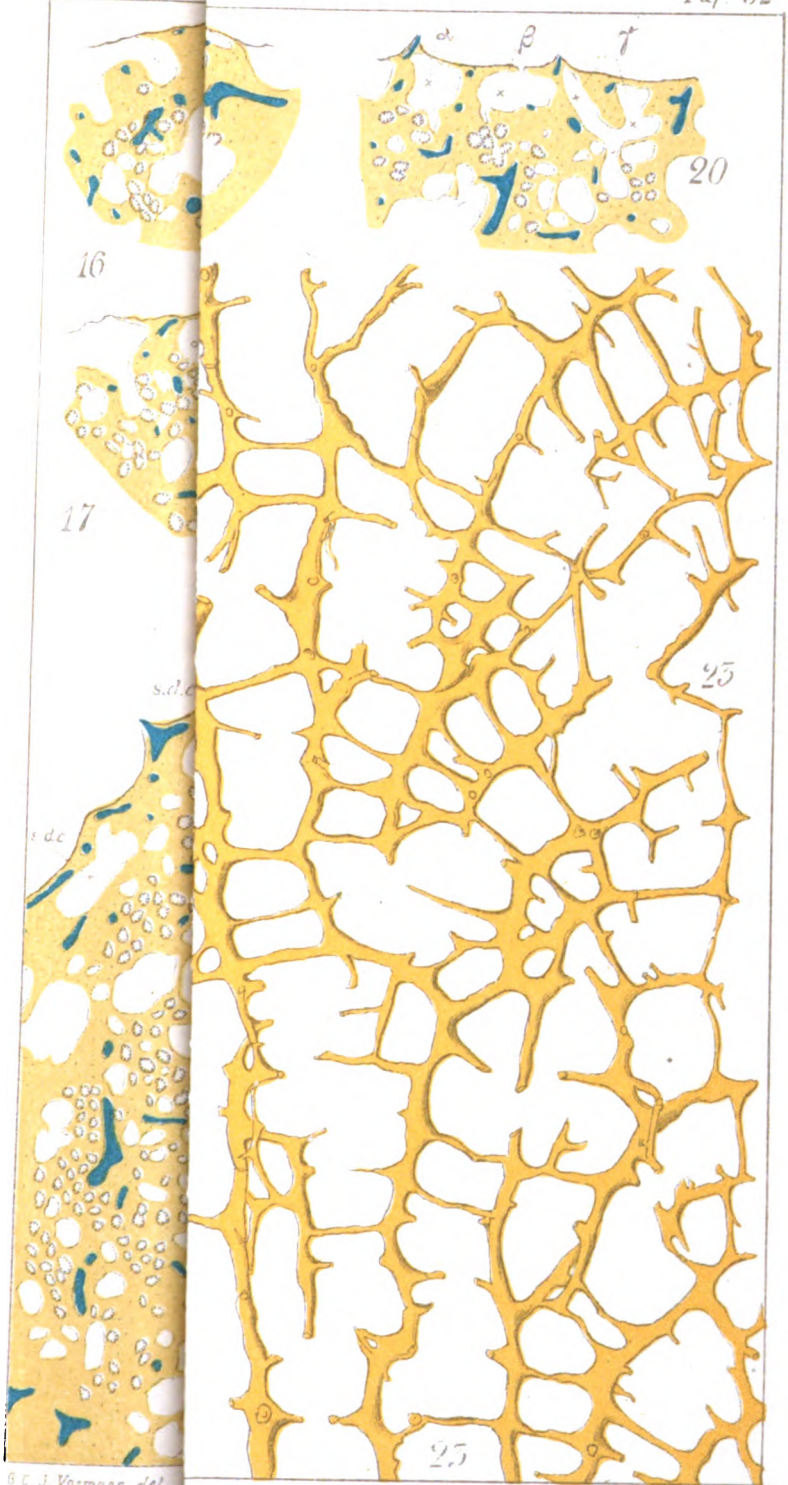


G.C.J. Vosmaer del.

Lith. Anst. v. Richter & C.ie Neapel

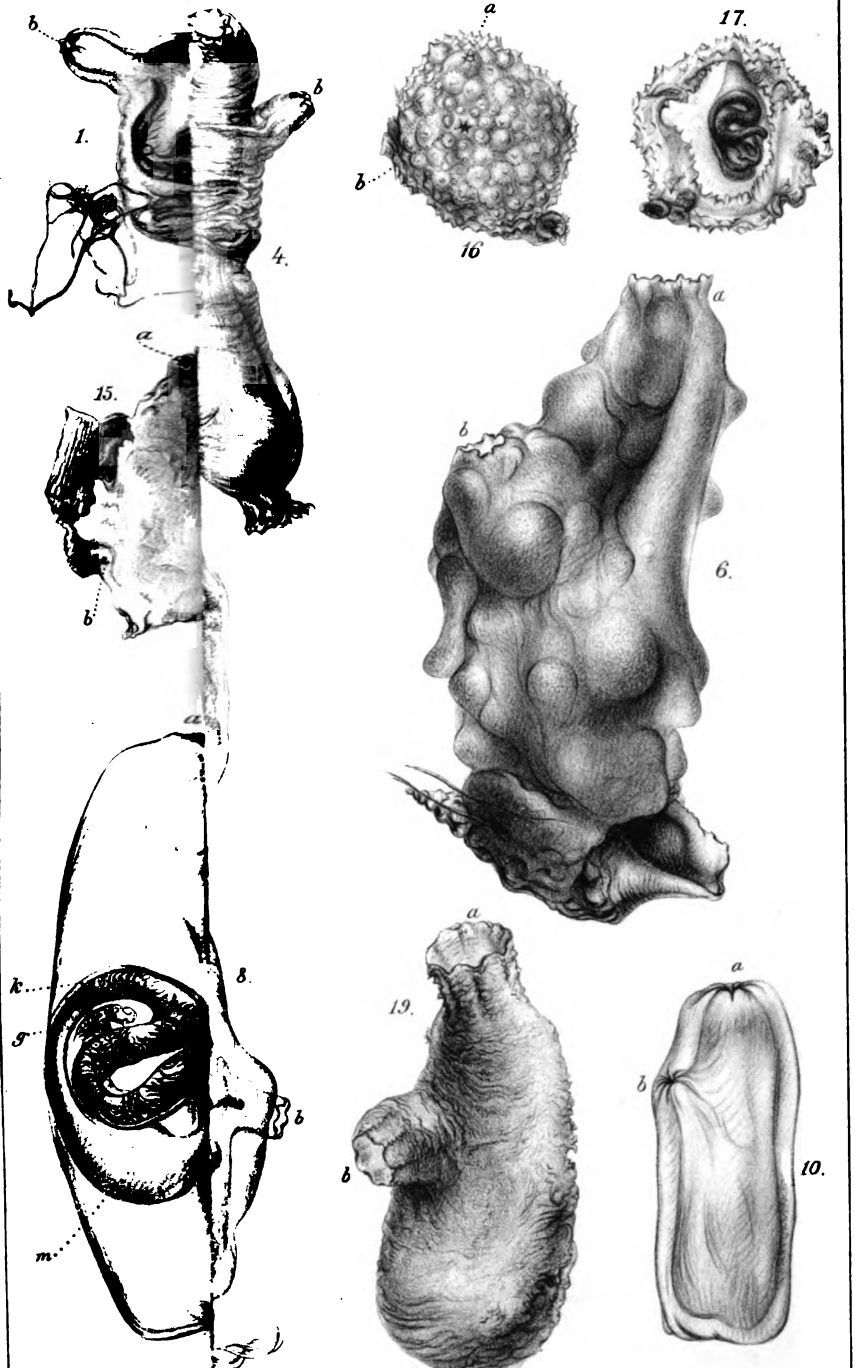
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

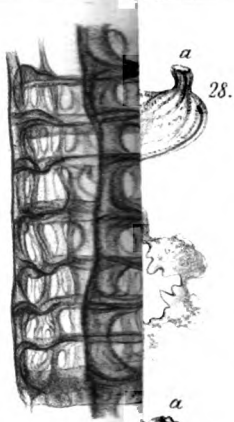


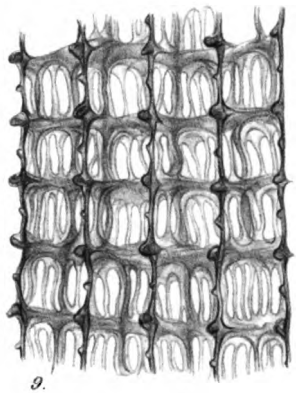
Aut. & Cordts del. —

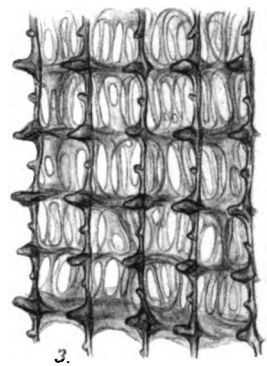
Lith. Anst. von Tegner & Kittendorff Kopenhagen.

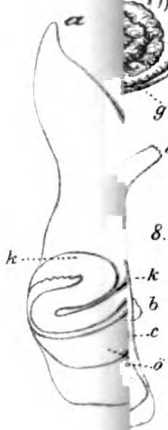
Digitized by Google

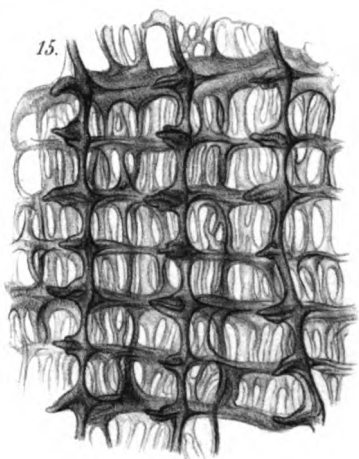
Digitized by Google

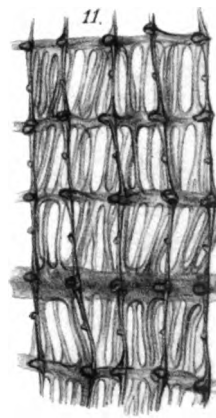


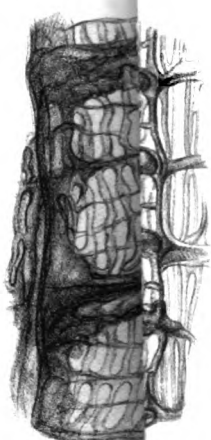


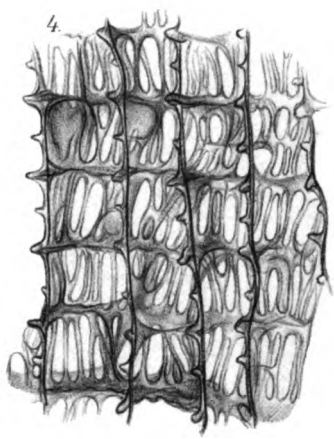


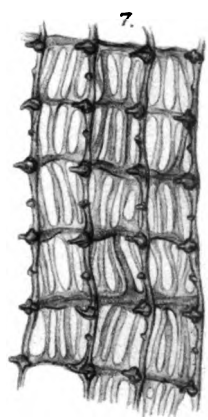






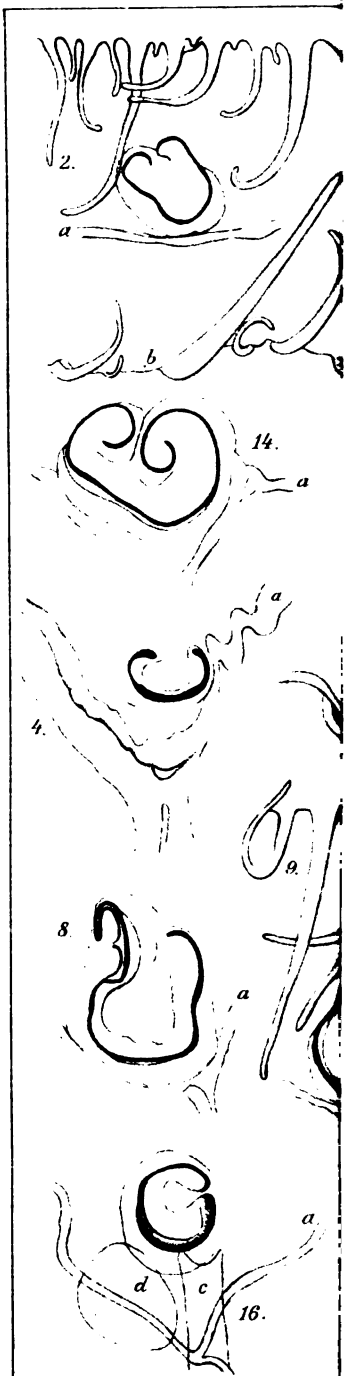






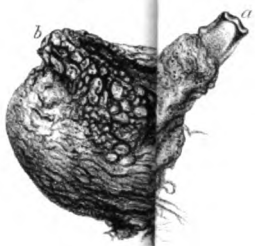
Digitized by Google

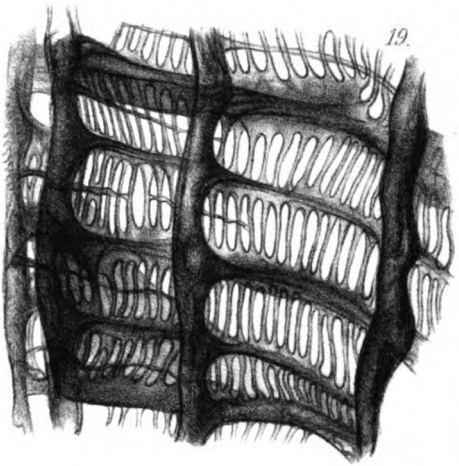
Digitized by Google

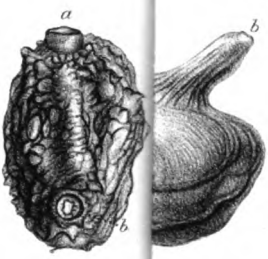


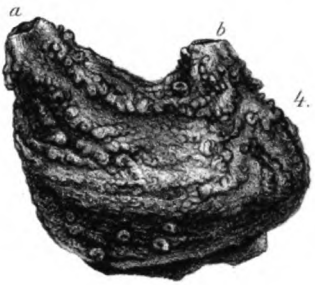
Digitized by Google

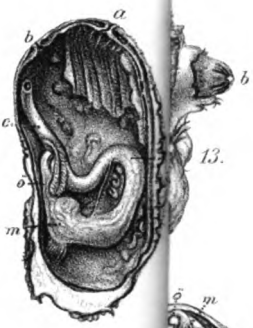
Digitized by Google

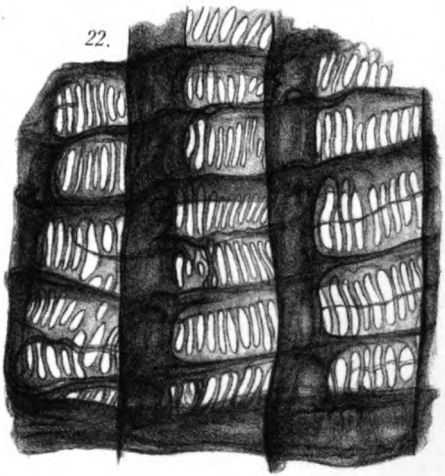










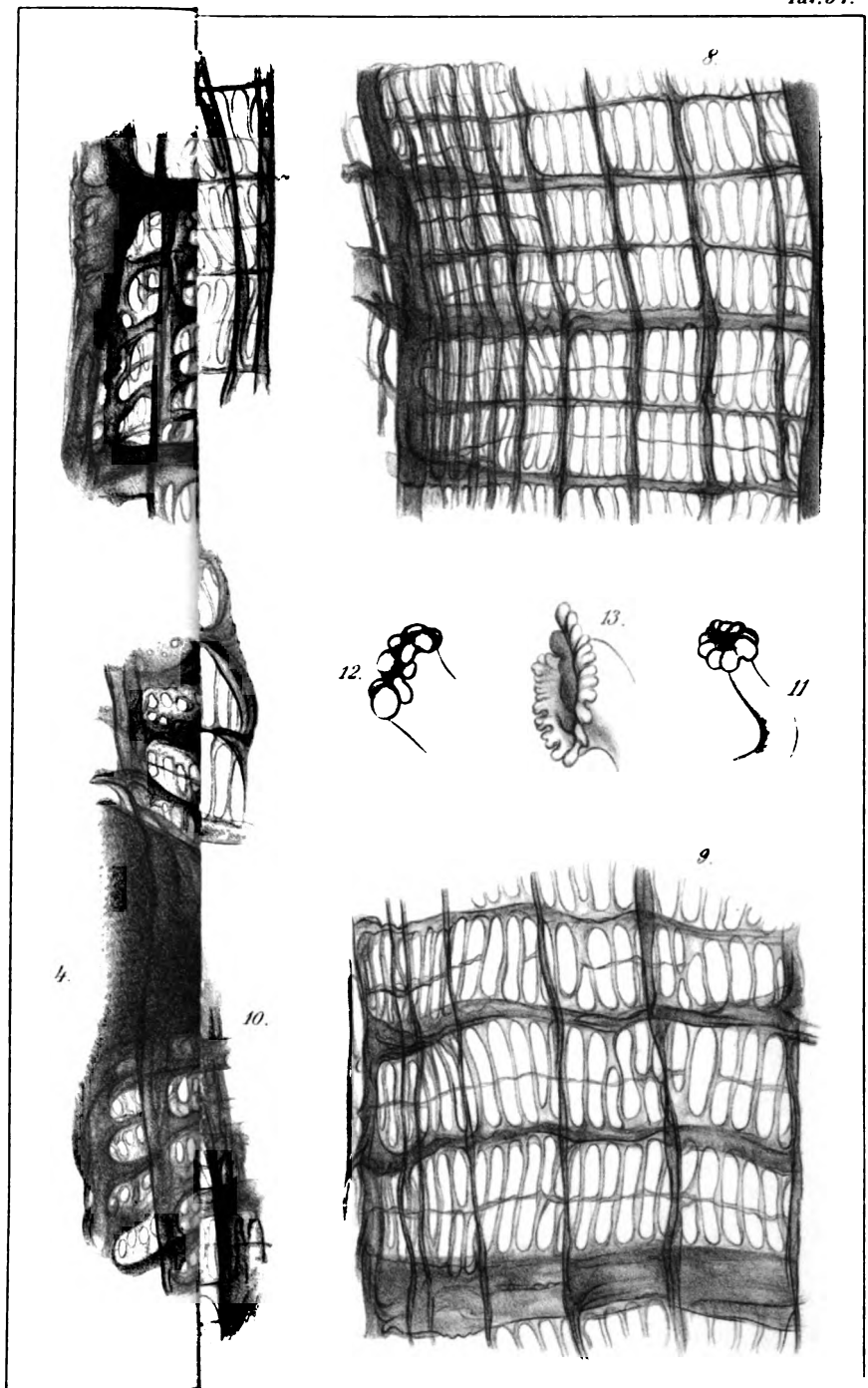


Aut. & Corâts del.

Lith Anst. von Tegner & Kittendorff. Kopenhagen.

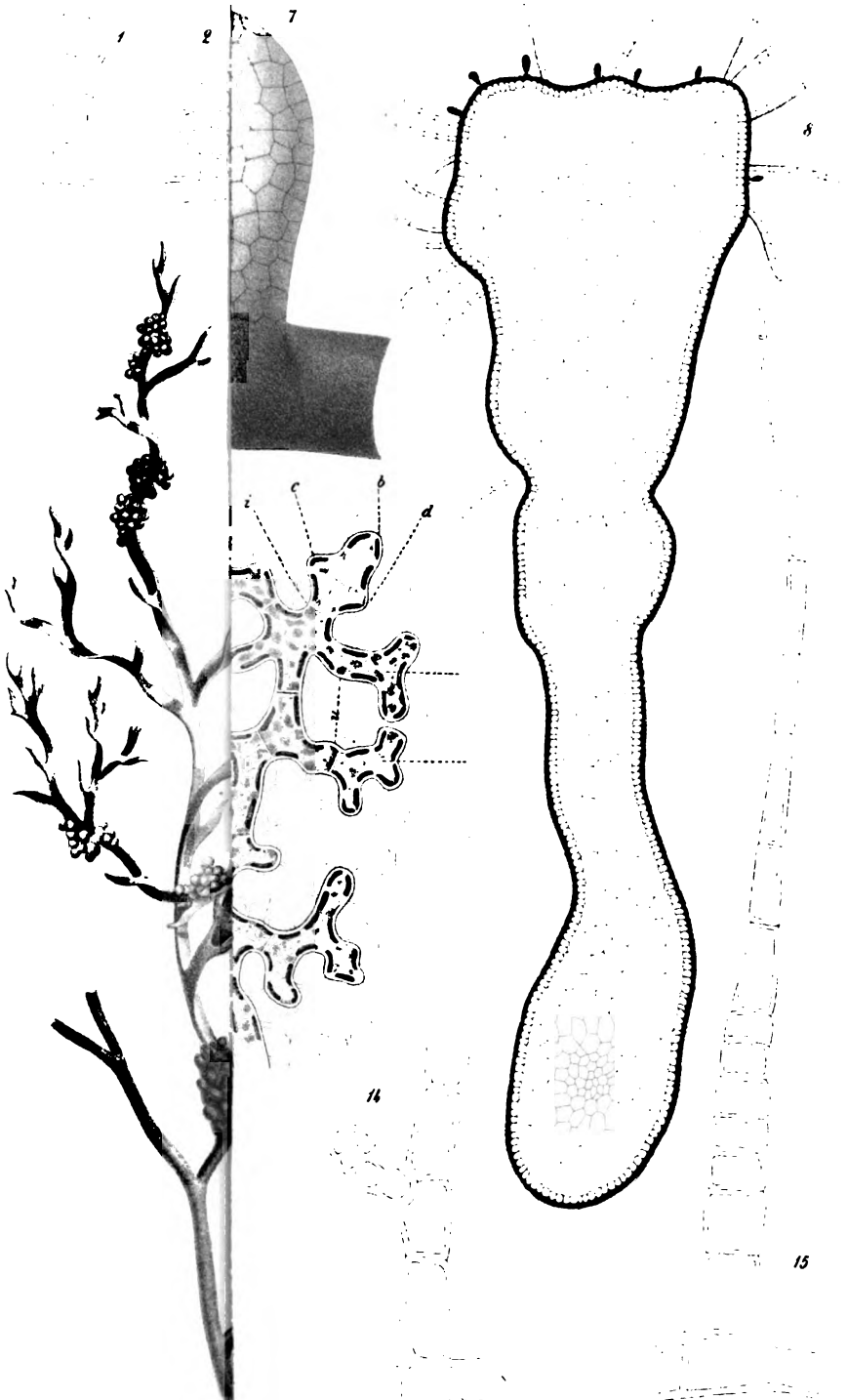
Digitized by Google

Digitized by Google



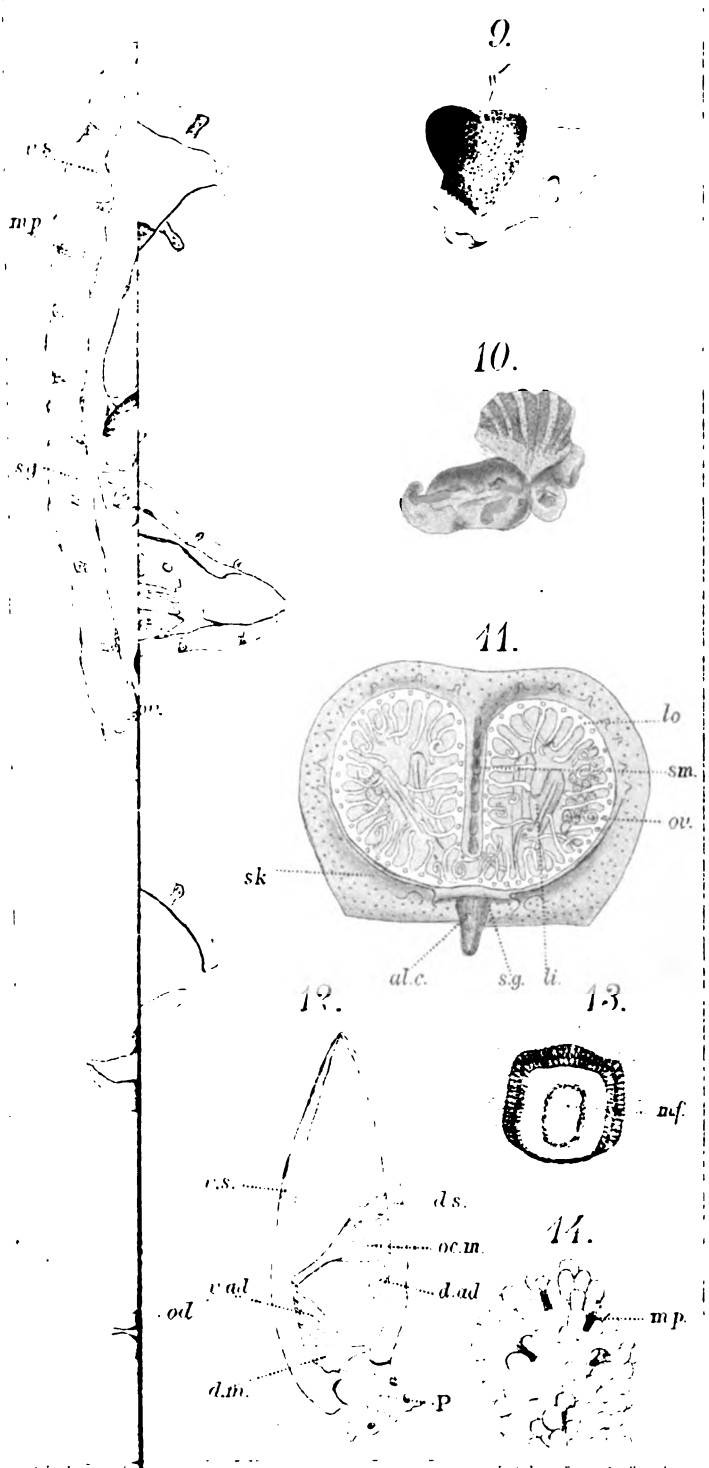
Digitized by Google

Digitized by Google



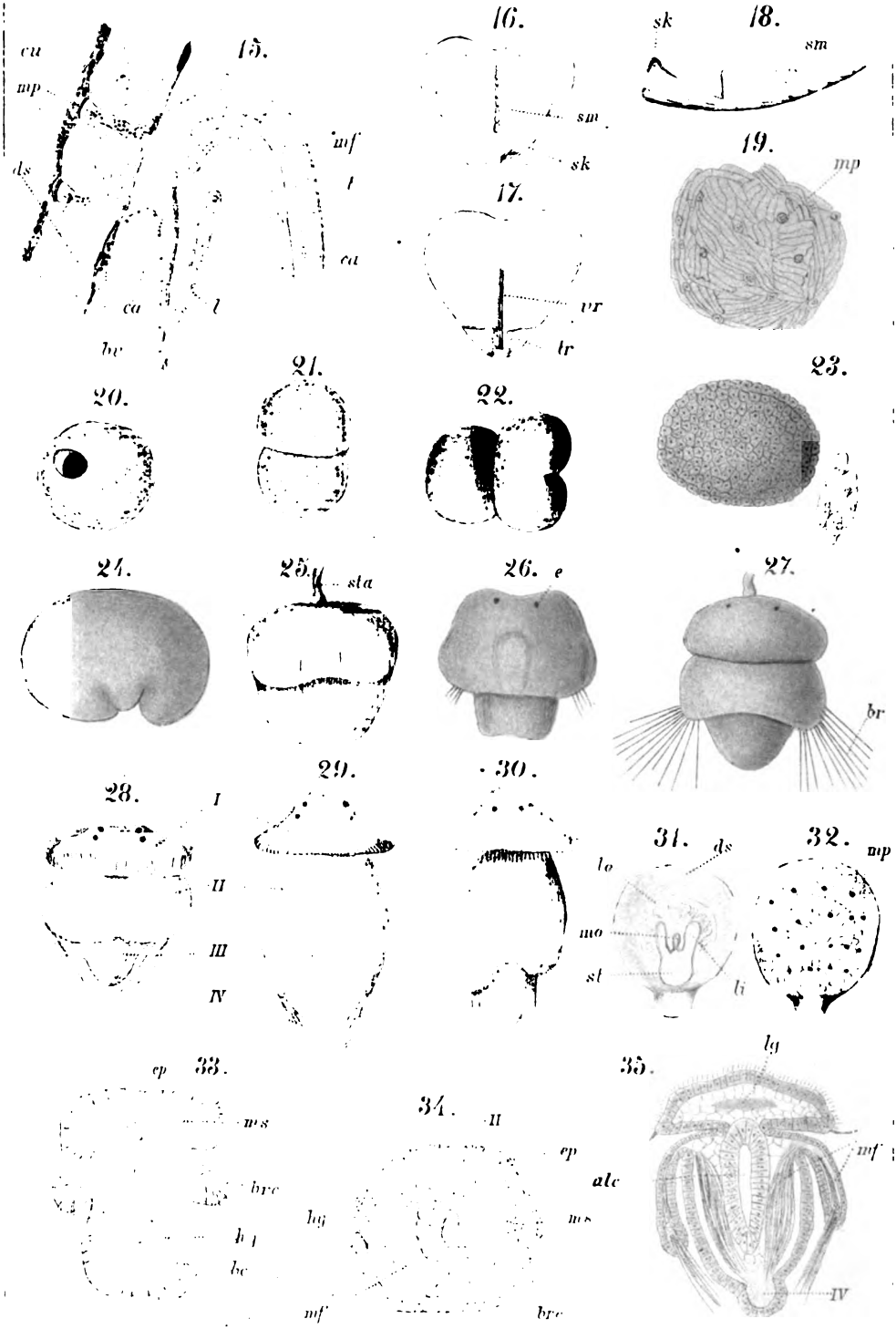
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

7098
Feb. 14. 1883.

MITTHEILUNGEN

AUS DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL

ZUGLEICH EIN

REPERTORIUM FÜR MITTELMEERKUNDE.

VIERTER BAND.

I. HEFT.

MIT 18 TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1882.

Ausgegeben den 23. Januar 1883.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Vosmaer, G. C. J., Studies on Sponges. (With Plates 31 and 32.) 437
Traustedt, M. P. A., Die einfachen Ascidien (Ascidiae Simplices) des Golfes von Neapel. (Mit Taf. 33—37.) 448
Valiante, R., Sopra un' Ectocarpea parassita della Cystoseira Opuntioides (Streblonemopsis irritans). (Con tav. 38.) 489
Shipley, A. E., On the Structure and Development of Argiope. (With Plates 39 and 40.) 494
Mayer, P., Einfache Methode zum Aufkleben mikroskopischer Schnitte. . 521

Die Herren Mitarbeiter der »Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel« erhalten von ihren Abhandlungen und Aufsätzen 40 Separatabzüge.

Verlag von **Wilhelm Engelmann** in Leipzig.

Fauna und Flora des Golfes von Neapel

und der

angrenzenden Meeresabschnitte

herausgegeben von der

Zoologischen Station zu Neapel.

Jahrgang 1880.

I. Monographie: Ctenophorae von Dr. Carl Chun.
Mit 18 Tafeln in Lithographie und 22 Holzschnitten. Ladenpreis ℳ 75.

II. Monographie: Fierasfer von Prof. Emery.
Mit 9 zum Theil color. Tafeln und 10 Holzschnitten. Ladenpreis ℳ 25.

Jahrgang 1881.

III. Monographie: Pantopoda von Dr. A. Dohrn.
Mit 18 Tafeln in Lithographie. Ladenpreis ℳ 60.

IV. Monographie: Die Corallinenalgen von Prof. Graf zu Solms.
Mit 3 Tafeln in Lithographie. Ladenpreis ℳ 12.

Jahrgang 1882.

V. Monographie: Chaetognathen von Dr. B. Grassi.
Mit 13 Tafeln in Lithographie. Ladenpreis ℳ 25.

VI. Monographie: Caprelliden von Dr. P. Mayer.
Mit 10 Tafeln in Lithographie. Ladenpreis ℳ 30.

VII. Monographie: Cystoseiren von R. Valiante.
Mit 15 Tafeln in Lithographie. Ladenpreis ℳ 30.

VIII. Monographie: Bangiaceen von Dr. G. Berthold.
Mit 1 Tafel in Lithographie. Ladenpreis ℳ 6.

Subscriptionspreis für sämmtliche erscheinende Monographien jährlich ℳ 50.
Man abonnirt für mindestens drei Jahre beim Verleger oder beim Herausgeber.

Zoologischer Jahresbericht für 1882.

Herausgegeben von der Zoologischen Station zu Neapel.

Vier Abtheilungen. gr. 8. 1883.

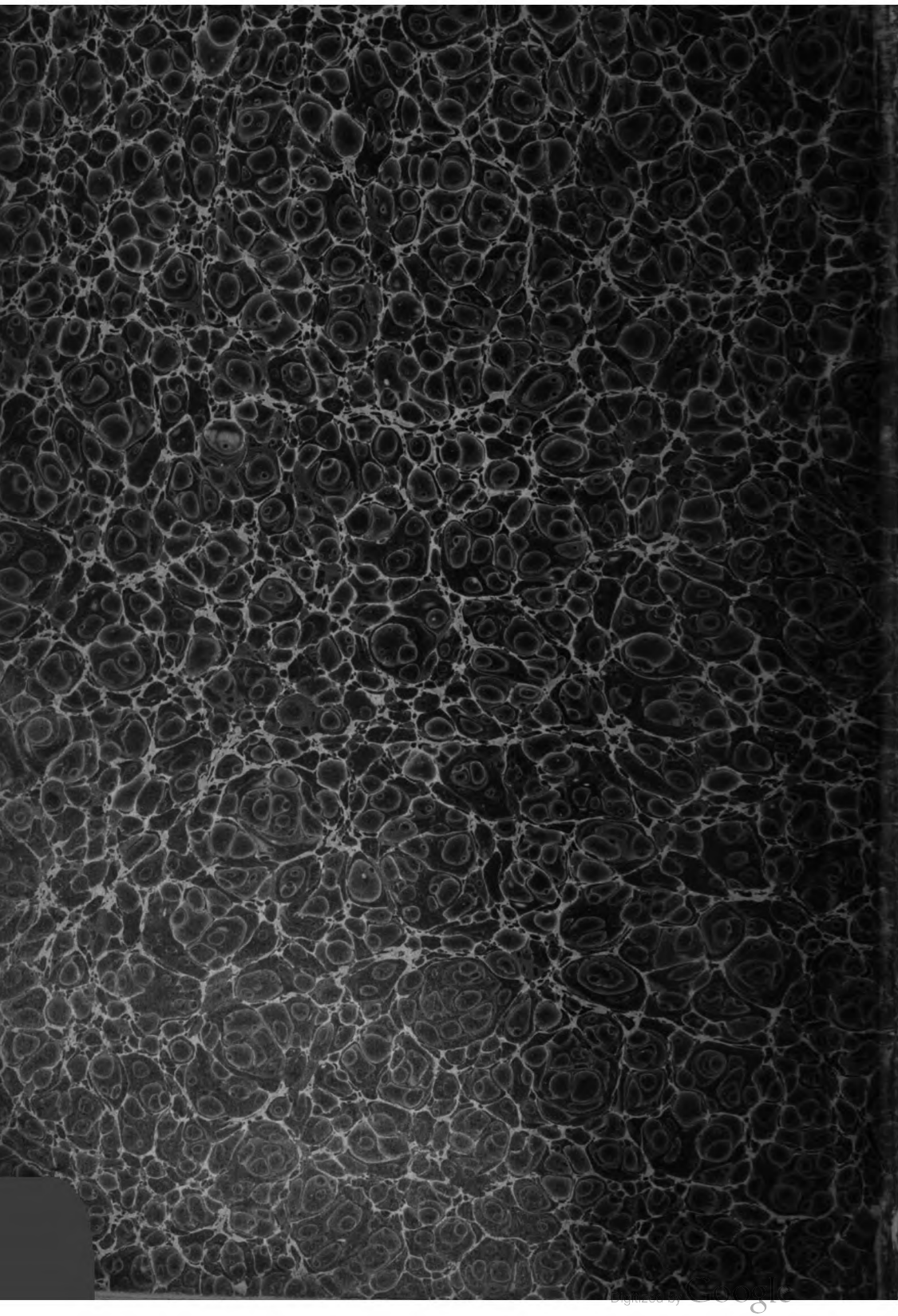
1. Abtheilung: Allgemeines bis Vermes. Mit Register. Redigirt von Dr. P. Mayer in Neapel. ℳ 10. —. 2. Abth.: Arthropoda. Mit Register. Redigirt von Dr. P. Mayer u. Dr. Wilh. Giesbrecht in Neapel. ℳ 11.—. 3. Abth.: Tunicata, Mollusca, Brachiopoda. Mit Register. Redigirt von Dr. P. Mayer. ℳ 3. —. 4. Abth.: Vertebrata wird 1884 erscheinen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google

3 2044 106 267 461

Date Due

29Jun50